

Efektivitas E-Modul Kesetimbangan Kimia Berbasis *Problem Based Learning* Terintegrasi TPACK Terhadap Peningkatan Literasi Numerasi Peserta Didik Fase F di SMAN 1 Luhak Nan Duo

The Effectivity of Chemical Equilibrium E-Module Based on Problem Based Learning Integrated with TPACK on Improving Literacy Numeracy Of Phase F Students at SMAN 1 Luhak Nan Duo

R Antika¹, Yerimadesi^{2*}, Guspatni³

¹ Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Sumatera Barat, Indonesia. 25171.

* yeri@fmipa.unp.ac.id

Received on:

24th September 2024

Revised till:

23rd November 2024

Accepted on:

24th November 2024

Publisher version

published on:

30th November 2024

ABSTRACT

The chemistry equilibrium e-module, based on problem-based learning integrated with TPACK, has been validated and found practical, but its effectiveness in enhancing students' numeracy literacy had not been assessed. This study aims to evaluate the effectiveness of this e-module in improving numeracy literacy among grade XI F students at SMAN 1 Luhak Nan Duo, West Pasaman Regency. A quasi-experimental design with a non-equivalent control group was employed. The population consisted of all grade XI F students enrolled in chemistry, using a total sampling technique. XI F Chemistry-1 was selected as the experimental group, and XI F Chemistry-2 as the control group. The instrument used was a numeracy literacy test on chemistry equilibrium, and data were analyzed through N-Gain, normality test, homogeneity test, and hypothesis testing. The results revealed that the experimental class had a higher N-gain (0.7) compared to the control class (0.5). Both normality and homogeneity tests showed that the data were normally distributed, with heterogeneous variances. Hypothesis testing using the t' test produced a t' value of (-3.924), falling outside the acceptance range for H_0 ($-2.008 < t' < 2.008$). The findings confirm that the e-module based on problem-based learning integrated with TPACK is effective in improving students' numeracy literacy at SMAN 1 Luhak Nan Duo.

KEYWORDS

E-Module, Problem Based Learning, TPACK, Chemical Equilibrium, Numeracy

ABSTRAK

E-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK sudah valid dan praktis, namun belum diuji efektivitasnya terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas e-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik fase F di SMAN 1 Luhak Nan Duo, Kabupaten Pasaman Barat. Penelitian ini menggunakan desain Quasi eksperimen dengan *Non-Equivalent Control Group Design*. Populasi penelitian ini mencakup seluruh kelas XI fase F yang mengambil peminatan kimia, dengan teknik sampling total. kelas XI F Kimia-1 dipilih sebagai kelas eksperimen dan kelas XI Kimia-2 sebagai kelas kontrol. Instrumen penelitian yang digunakan adalah soal tes literasi numerasi kesetimbangan kimia, dan data dianalisis dengan N-Gain, uji normalitas, uji homogenitas dan uji hipotesis. Hasil menunjukkan bahwa N-gain kelas eksperimen (0.7) lebih tinggi dibanding kelas kontrol (0,5). Uji normalitas dan homogenitas menunjukkan bahwa literasi numerasi kedua kelas sampel terdistribusi normal dengan varians yang tidak homogen. Uji hipotesis dengan menggunakan uji t' menghasilkan nilai t' hitung (-3.924) lebih kecil dari batas penerimaan H_0 ($-2,008 < t' < 2,008$). Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa e-modul kesetimbangan kimia yang berbasis problem-based learning dan terintegrasi dengan TPACK efektif dalam meningkatkan literasi numerasi siswa di SMAN 1 Luhak Nan Duo.

KATA KUNCI

E-Modul, Problem Based Learning, TPACK, Kesetimbangan Kimia, Literasi Numerasi



<https://doi.org/10.24036/ekj.vX.iY.a564>

1. PENDAHULUAN

Salah satu materi penting dalam mata pelajaran kimia adalah materi kesetimbangan kimia. Materi ini sering kali dianggap sulit oleh peserta didik karena sifatnya yang abstrak^[1]. Kesetimbangan kimia mencakup tiga aspek pengetahuan utama, yaitu pengetahuan faktual, konseptual, dan prosedural. Pengetahuan faktual mencakup konsep kesetimbangan kimia berdasarkan jalannya reaksi terbagi menjadi dua yaitu reaksi *reversible* dan reaksi *irreversible*. Pengetahuan konseptual mencakup pemahaman bahwa reaksi akan berlangsung dalam keadaan setimbang apabila dipengaruhi oleh faktor eksternal. Sementara itu, pengetahuan prosedural mencakup penerapan konsep kesetimbangan, seperti pada proses Haber-Bosch untuk pembuatan amonia. Oleh karena itu, dibutuhkan model pembelajaran, bahan ajar, dan literasi numerasi yang dapat membantu peserta didik dalam memahami konsep materi kesetimbangan kimia secara mandiri.

Mempersiapkan peserta didik untuk memiliki keterampilan abad 21 menjadi salah satu fokus utama pemerintah melalui Asesmen Nasional sebagai evaluasi pendidikan dasar dan menengah. Asesmen ini bertujuan untuk mengukur hasil belajar kognitif melalui literasi membaca dan numerasi, yang diukur melalui Asesmen Kompetensi Minimum (AKM)^[2].

Literasi numerasi didefinisikan sebagai kemampuan menggunakan angka dan simbol matematika untuk menyelesaikan masalah dalam berbagai situasi, serta menganalisis data dalam bentuk tabel, grafik bagan^[3]. Berdasarkan data dari *Programme for international student assessment* (PISA) pada tahun 2022, skor rata-rata literasi peserta didik di Indonesia masih rendah dengan skor 366, yang turun 13 poin dari edisi sebelumnya^[4]. Faktor penyebab rendahnya literasi numerasi peserta didik di Indonesia meliputi faktor internal, seperti *mindset* peserta didik terhadap pembelajaran, dan faktor eksternal, seperti kurangnya dukungan lingkungan belajar.^[5] Oleh karena itu, peningkatan kemampuan literasi numerasi menjadi prioritas untuk kemajuan pendidikan di Indonesia^[6].

Hasil angket yang disebarkan kepada 60 peserta didik di SMAN 1 Luhak Nan Duo yang telah belajar kesetimbangan kimia menunjukkan bahwa 76,7% peserta didik menganggap materi kesetimbangan kimia adalah materi yang sulit. Hal ini disebabkan oleh bahan ajar yang kurang menarik, materi yang bersifat abstrak, dan adanya perhitungan dalam materi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan model pembelajaran yang mampu meningkatkan pemahaman konsep dan mencapai tujuan pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang dapat diterapkan adalah

pembelajaran berbasis masalah atau *problem based learning* (PBL).

Model PBL memberikan pengalaman belajar yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Model ini menuntun peserta didik untuk menyelesaikan masalah nyata, menggunakan komunikasi dan kerjasama, serta memanfaatkan berbagai sumber informasi untuk mendapatkan ide, mengembangkan keterampilan. Disamping itu, pembelajaran dilakukan berdasarkan struktur masalah yang nyata dan memiliki kaitan dengan konsep kimia yang dipelajari^[7].

Penerapan model PBL pada pembelajaran kimia mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, motivasi dan minat, kreativitas, sikap demokratis, kemampuan pemecahan masalah dan *soft skill* konsevasi peserta didik^[8]. Selain itu, penggunaan model PBL juga melatih keterampilan abad ke-21 yang secara signifikan dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik^[9]. Nazmai (2022) menunjukkan bahwa model PBL secara efektif dapat meningkatkan kemampuan literasi numerasi peserta didik^[10]. Lebih lanjut, Febrila (2024) menemukan hasil yang serupa, yaitu kemampuan literasi numerasi peserta didik meningkat dengan model PBL pada materi hidrolisis garam^[11]. Dalam penerapannya, model pembelajaran PBL membutuhkan bahan ajar yang mendukung. Salah satunya adalah bahan ajar berupa e-modul.

E-modul merupakan solusi dalam memenuhi kebutuhan sumber belajar pada proses pembelajaran. Pada era revolusi 4.0 e-modul memiliki kelebihan dengan dapat dilengkapi berbagai perangkat seperti gambar, animasi, video serta audio yang membantu peserta didik memahami konsep^[12]. Disamping itu, penggunaan e-modul telah terbukti memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan keterampilan sains siswa selama proses pembelajaran^[13]. Dalam penerapannya, e-modul efektif digunakan karena mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional^[14]. Hal ini sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang mendorong integrasi teknologi dalam proses pembelajaran. Guru diharapkan memanfaatkan teknologi untuk menciptakan pembelajaran yang lebih kreatif dan inovatif^[15]. Lebih lanjut, penggunaan e-modul berbasis media Wepik terbukti mampu meningkatkan literasi sains dan numerasi peserta didik^[16]. Salah satu pendekatan teknologi yang dapat mendukung kegiatan pembelajaran dan meningkatkan hasil belajar adalah TPACK (*Technological, Pedagogical Content Knowledge*).

TPACK merupakan kemampuan pengetahuan mengenai cara mengintegrasikan teknologi dengan pendekatan pedagogi dalam proses pembelajaran^{[17][18]}

Dalam konteks ini, guru harus dapat memaksimalkan potensi peserta didik dengan memanfaatkan teknologi yang ada, khususnya dalam proses pembelajaran. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menerapkan teknologi yang tepat, langkah-langkah yang terarah dan metode berpikir sistematis. Pembelajaran yang mengintegrasikan TPACK terbukti efektif dalam memanfaatkan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan peserta didik, serta membangun dan mengembangkan metode pembelajaran yang memperkuat pengetahuan yang sudah ada^[19]. Wardani (2021) melaporkan bahwa penerapan TPACK dalam model pembelajaran PBL dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik, khususnya dalam pembelajaran fisika^[20]. Selain itu, penerapan TPACK juga mendorong peserta didik untuk lebih aktif dalam pembelajaran dan meningkatkan kemampuan literasi numerasi mereka^[21].

Ardiansyah (2024) telah mengembangkan e-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK^[22]. Namun, pengembangan e-modul tersebut belum masuk ke dalam tahap uji efektifitas. Untuk itu, penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas e-modul tentang kesetimbangan kimia berbasis PBL yang terintegrasi dengan TPACK dalam meningkatkan literasi numerasi peserta didik Fase F di SMAN 1 Luhak Nan Duo. METODE

Penelitian ini menggunakan metode Quasi Eksperimen (eksperimen semu). Desain penelitian yang digunakan adalah *Non-Equivalent Control Group Design*.

Teknik pengambilan sampel tidak digunakan karena seluruh populasi digunakan sebagai kelas sampel. Kelas XI F Kimia-1 dipilih sebagai kelas eksperimen, sedangkan XI F Kimia-2 dipilih sebagai kelas kontrol. Kedua kelas mendapat perlakuan yang berbeda yaitu perbedaan bahan ajar yang digunakan.

Tabel 1. Rancangan penelitian *non-equivalent control group design*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Kontrol	O ₃	-	O ₄

Penelitian dilaksanakan di SMAN 1 Luhak Nan Duo pada semester genap tahun pelajaran 2023/ 2024. Prosedur penelitian terdiri dari 3 tahap, pertama tahap persiapan yaitu melakukan observasi, pengambilan sampel, dan penentuan kelas eksperimen serta kontrol. Selanjutnya, pada tahap pelaksanaan, kedua kelas diberikan *pretest* sebagai evaluasi awal, diikuti dengan pembelajaran dan pemberian latihan. Tahap terakhir adalah tahap penyelesaian, yang meliputi pemberian *posttest* pada kedua kelas serta analisis jawaban peserta didik untuk mendapatkan kesimpulan.

Instrumen penelitian yang digunakan adalah soal tes literasi numerasi yang berjumlah 8 soal, dengan berbagai bentuk soal seperti pilihan ganda sederhana, pilihan ganda kompleks, benar salah dan essay. Data literasi numerasi peserta didik dianalisis menggunakan uji statistik termasuk uji N-Gain, uji normalitas, uji homogenitas serta uji hipotesis dengan uji- t'. Skor N-Gain dilakukan dengan cara menghitung selisih antara nilai *pretest* dan nilai *posttest*^[23]. Hasil perhitungan N-Gain dimasukkan ke dalam kriteria N-Gain (Tabel 2).

Tabel 2. Kriteria n-gain

N-gain	Kriteria
$g \geq 0,7$	Tinggi
$0,7 > g > 0,3$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

Uji normalitas dilakukan menggunakan rumus Liliefors dengan taraf signifikansi 0.05^[24], yang bertujuan untuk memastikan bahwa data terdistribusi secara normal. Selanjutnya, uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji F^[24] untuk memeriksa kesamaan varians antar kelompok. Analisis dilakukan pada nilai *pretest* dan *posttest* untuk memastikan keefektifan e-modul materi kesetimbangan kimia. Uji hipotesis (*independent sample t test*) digunakan untuk menguji apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelas yang diuji.

Perbedaan kedua kelas sampel terletak pada bahan ajar yang digunakan. Kelas XI F Kimia-2 diajarkan dengan model pembelajaran PBL menggunakan bahan ajar yang tersedia di sekolah, sementara kelas XI F Kimia-1 diajarkan dengan model pembelajaran PBL menggunakan e-modul kesetimbangan kimia berbasis PBL yang terintegrasi TPACK.

Indikator kemampuan literasi numerasi dapat dilihat pada Tabel 3. berikut.

Tabel 3. Indikator kemampuan literasi numerasi

No	Indikator Kemampuan Literasi Numerasi	No Soal
1	Menggunakan berbagai macam angka dan simbol yang terkait dengan matematika dasar untuk memecahkan masalah dalam berbagai macam konteks kehidupan sehari-hari	1,2,3,4,5,8,7,8
2	Menganalisis informasi yang ditampilkan dalam berbagai bentuk (grafik, tabel, bagan, diagram, dan sebagainya)	3,4
3	Menafsirkan hasil analisis tersebut untuk memprediksi dan mengambil keputusan	8

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kemampuan literasi numerasi peserta didik di SMAN 1 Luhak Nan Duo diperoleh setelah pemberian *pretest* dan *posttest*. Tabel 4 menunjukkan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* dari kelas eksperimen dan kontrol.

Tabel 4. Perbedaan nilai literasi numerasi kedua kelas sampel

Kelas	Nilai <i>Pretest</i>	Nilai <i>Posttest</i>	Selisih Nilai	N-Gain
Eksperimen	17	75	58	0.7
Kontrol	19	61	42	0.52

Berdasarkan data pada Tabel 4. terlihat kenaikan nilai rata-rata pada saat *posttest*. Nilai kelas eksperimen memperoleh kategori tinggi sedangkan kelas kontrol memperoleh kategori sedang. Diketahui n-gain kedua kelas memiliki kategori efektif, namun n-gain kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, hal itu dikarenakan pembelajaran pada kelas eksperimen menggunakan e-modul yang memiliki keunggulan yaitu terdapat video, gambar, audio^[25] sehingga membantu peserta didik dalam belajar, pembelajaran menjadi lebih menarik. serta media media yang terdapat di dalam e-modul membantu peserta didik untuk menghitung, menganalisis dan dapat meningkatkan kemampuan literasi numerasi. sedangkan pembelajaran di kelas kontrol tidak menggunakan media seperti yg ada di dalam e-modul. dapat dikatakan kemampuan literasi numerasi kelas eksperimen tinggi sehingga nilai n-gain yg diapatkan juga tinggi

Uji N-Gain digunakan dalam menentukan tingkat efektivitas e-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK. Dari Tabel 4. terlihat perbedaan antara nilai rata-rata N-Gain pada literasi numerasi yang diperoleh kelas eksperimen dimana lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini mengindikasikan adanya peningkatan kemampuan literasi numerasi pada kelas eksperimen dengan kategori tinggi, sedangkan peningkatan kemampuan literasi numerasi kelas kontrol dengan kategori sedang Data tersebut menunjukkan bahwa literasi numerasi peserta didik dapat meningkat dengan menggunakan e-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* yang diintegrasikan TPACK. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa peserta didik kelas eksperimen memiliki kemampuan literasi numerasi yang lebih baik sesudah belajar menggunakan e-modul berbasis masalah yang diajarkan. Nilai N-Gain *pretest* dan *posttest* mereka meningkat^[20]

Untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol,

maka dilakukan uji statistik dengan melalui uji normalitas, uji homogenitas dan uji hipotesis.

Tabel 5. Hasil uji normalitas kedua kelas sampel

Kelas	N	L- Max	Ltabel	Keterangan
Eksperimen	26	0,084	0,173	Terdistribusi Normal
Kontrol	29	0,11	0,166	

Hasil uji normalitas (Tabel 5) Menunjukkan bahwa nilai Lmax untuk kelas eksperimen sebesar 0,084 dan untuk kelas kontrol sebesar 0,11. Dengan taraf signifikansi 0,05, nilai L tabel untuk kelas eksperimen adalah 0,173 dan untuk kelas kontrol adalah 0,166. Karena nilai Lmax < Ltabel untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol, dapat disimpulkan bahwa data kemampuan literasi membaca dan numerasi pada kedua kelas terdistribusi normal.

Tabel 6. Hasil uji homogenitas kedua kelas sampel

Data	N	F _{tabel}	F _{hitung}	Kriteria
Literasi	55	0,5175	13,424	Tidak
Numerasi				Homogen

Hasil uji homogenitas varians (Tabel 6) menunjukkan bahwa nilai F tabel untuk literasi numerasi adalah 0,5175, sedangkan nilai F hitung yang diperoleh adalah 13,424. Karena nilai F_{tabel} > F_{hitung}, dapat disimpulkan bahwa varians data literasi numerasi pada kedua kelas sampel tidak homogen. Artinya, meskipun data pada kedua kelas terdistribusi normal, varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak memiliki keseragaman. Hal ini penting untuk diperhatikan dalam analisis selanjutnya, terutama ketika melakukan uji hipotesis, karena ketidakhomogenan varians dapat mempengaruhi validitas hasil uji statistik yang digunakan.

Berdasarkan kedua data di atas maka uji hipotesis untuk menentukan apakah terdapat bukti statistik yang mendukung hipotesis yang didapatkan. Uji hipotesis dengan asumsi data normal namun memiliki varians yang tidak homogen maka dilakukan dengan menggunakan uji t'. Pengujian dilakukan secara *two-tailed* dengan signifikansi 0,05. H₀ dari uji t' menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan kemampuan literasi numerasi yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik fase F di SMAN 1Luhak Nan Duo.

Tabel 6. Hasil uji hipotesis

t' hitung	Ho Diterima	Keterangan	P value	Effect size
-3,924	-2,008 < t' < 2,008	H ₀ ditolak Ha diterima	0,0003	1,038

Dari hasil uji hipotesis yang telah dilakukan pada kedua kelas sampel, diperoleh nilai t' hitung sebesar -3,924. Berdasarkan kriteria penerimaan H₀, dengan batasan -2,008 < t' < 2,008, nilai t' hitung ini terletak di luar rentang tersebut, yang berarti H₀ ditolak dan H_a

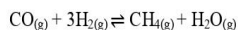
diterima. *P-value* sebesar 0,0003 (lebih kecil dari 0,05) menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan, dengan tingkat kepercayaan 99%. Effect size sebesar 1,038 masuk dalam kategori besar, yang mengindikasikan bahwa perbedaan antara kedua kelompok memiliki dampak yang kuat. Hasil penelitian ini menunjukkan kemampuan literasi numerasi peserta didik kelas XI F Kimia-1 yang menggunakan e-modul lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan kelas XI F Kimia-2 yang menggunakan bahan ajar konvensional di SMAN 1 Luhak Nan Duo. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa penggunaan e-modul memberikan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan literasi numerasi peserta didik di kelas eksperimen. Senada dengan penelitian ini, Rachman (2022) mengungkapkan bahwa hasil bahwa penggunaan e-modul PBL mendukung kemampuan literasi numerasi peserta didik^[21]. Kemampuan literasi membaca dan numerasi peserta didik dapat ditingkatkan melalui soal-soal literasi numerasi yang diterapkan pada berbagai pelajaran, termasuk kimia^[27]. Sebagai contoh, pada e-modul ini ditampilkan soal-soal yang dirancang untuk membantu peningkatan literasi numerasi peserta didik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

5. Tentukan rumus tetapan kesetimbangan konsentrasi (*K_c*) dari reaksi berikut:

- $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$
- $\text{NO}_2_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HNO}_2_{(aq)} + \text{OH}_{(aq)}$
- $3\text{Fe}_{(s)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4_{(s)} + \text{H}_2_{(g)}$

Jawaban:

6. Pada reaksi kesetimbangan:



Dalam wadah 10 liter diperoleh data sebagai berikut:

	[CO]	[H ₂]	[CH ₄]	[H ₂ O]
Mula-mula	0,2 M	0,3 M	-	-
Bereaksi	0,05 M	0,15 M	0,05 M	0,05 M
Setimbang	0,15 M	0,15 M	0,05 M	0,05 M

Berapakah harga *K_c* untuk reaksi tersebut?

Jawaban:

Gambar 1. Contoh soal di dalam e-modul

Dari Gambar 1. terlihat contoh soal literasi numerasi yang terdapat di dalam e-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK pada lembar kegiatan 2 materi tetapan kesetimbangan konsentrasi (*K_c*). Pada soal nomor 5 disajikan persamaan reaksi kimia, peserta didik diminta untuk menentukan rumus tetapan kesetimbangan konsentrasi (*K_c*), pada soal nomor 6 disajikan data pada reaksi kesetimbangan. Pada soal tersebut peserta didik diminta untuk menentukan harga *K_c* pada keadaan setimbang. Pada Gambar 1. terlihat peserta didik dibimbing dalam penyelidikan materi yang di dalam e-modul serta soal yang ditunjukkan terdapat indikator kemampuan literasi numerasi pertama yaitu menggunakan berbagai macam angka dan simbol terkait dengan matematika dasar untuk

memecahkan masalah serta indikator literasi numerasi kedua yaitu menganalisis informasi yang ditampilkan dalam berbagai bentuk tabel, indikator tersebut telah dituangkan ke dalam e-modul. Salah satu jawaban peserta didik terlihat pada Gambar 2 berikut.

5. Tentukan rumus tetapan kesetimbangan konsentrasi (*K_c*) dari reaksi berikut:

- $\text{CO}_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(g)} + \text{H}_{2(g)}$
- $\text{NO}_2_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightleftharpoons \text{HNO}_2_{(aq)} + \text{OH}_{(aq)}$
- $3\text{Fe}_{(s)} + 4\text{H}_2\text{O}_{(g)} \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4_{(s)} + \text{H}_2_{(g)}$

" a. $K_c = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$

6. Pada reaksi kesetimbangan

$$\text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_2_{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_4_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$$

Dalam wadah 10 liter diperoleh data:

	[CO]	[H ₂]	[CH ₄]	[H ₂ O]
Mula-mula	0,2 M	0,3 M	-	-
Bereaksi	0,05 M	0,15 M	0,05 M	0,05 M
Setimbang	0,15 M	0,15 M	0,05 M	0,05 M

Berapa harga *K_c* untuk reaksi tersebut?

" persamaan reaksi : $\text{CO}_{(g)} + 3\text{H}_2_{(g)} \rightleftharpoons \text{CH}_4_{(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)}$

$$K_c = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3}$$

$$K_c = \frac{[0,05][0,05]}{[0,15][0,15]^3}$$

$$K_c = \frac{0,0025}{0,0050625}$$

$$K_c = 4,93$$

Berapakah harga *K_c* untuk reaksi tersebut?

Jawab :
 Harga *K_c* untuk reaksi tersebut

$$K_c = \frac{[\text{CH}_4][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CO}][\text{H}_2]^3}$$

$$\frac{(0,05)(0,05)}{(0,15)(0,15)^3} = \frac{0,0025}{0,0050625}$$

$$= 4,93$$

Gambar 2. Contoh jawaban peserta didik

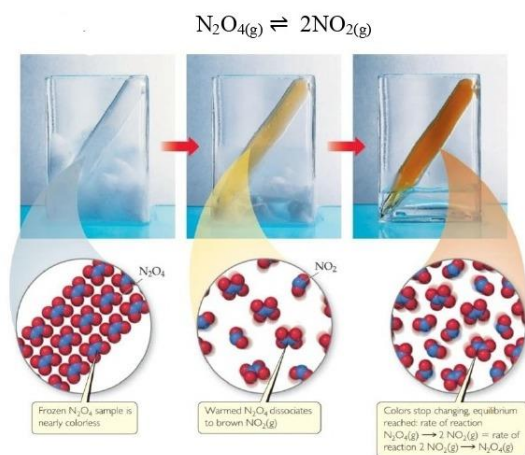
Dari Gambar 2. terlihat contoh jawaban peserta didik dalam menjawab soal literasi numerasi yang terdapat dalam e-modul. Peserta didik diharapkan mampu menentukan tetapan kesetimbangan *K_c* dengan menggunakan rumus tetapan kesetimbangan konsentrasi (*K_c*) dan memasukkan hasil kali konsentrasi-konsentrasi kesetimbangan produk masing-masing dipangkatkan dengan koefisien dibagi dengan hasil kali konsentrasi-konsentrasi kesetimbangan reaktan^[28].

Dari Gambar 2. peserta didik mampu menjawab soal tetapan kesetimbangan konsentrasi (*K_c*) yang terdapat di dalam e-modul. Berdasarkan hasil tersebut terlihat peserta didik berhasil menyelesaikan masalah dengan benar. Hal itu menunjukkan bahwa indikator kemampuan literasi numerasi yang terdapat di dalam soal telah mampu dicapai peserta didik. Dengan demikian penggunaan e-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK

mampu membantu meningkatkan literasi numerasi peserta didik. Maka dari itu pembelajaran menggunakan e-modul kesetimbangan kimia berbasis *problem based learning* terintegrasi TPACK efektif terhadap peningkatan kemampuan literasi numerasi peserta didik.

Penerapan TPACK sebagai pengetahuan yang mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran seperti memasukkan tes tertulis di dalam e-modul yang dapat diakses di dalam *handphone* peserta didik. Google formulir yang terdapat dalam e-modul ini sebagai alternatif evaluasi terhadap peserta didik sehingga dapat lebih mudah dalam menganalisis soal serta menghemat waktu dalam mengevaluasi hasil pengerjaan soal oleh peserta didik^[29] dengan demikian penggunaan model PBL dengan pendekatan TPACK mampu meningkatkan aktifitas belajar peserta didik pada pembelajaran kimia^[30].

Kegiatan pembelajaran yang terdapat pada e-modul dilengkapi gambar, video, audio serta animasi yang mencakup aspek makroskopis, mikroskopis dan simbolik. Contohnya pada tahap mengorganisir peserta didik untuk belajar disajikan gambar mengenai konsep kesetimbangan dinamis yang dapat dilihat pada gambar 3. berikut ini.



Gambar 3. Kesetimbangan dinamis pada e-modul

Gambar 3. menunjukkan adanya aspek makroskopis, mikroskopis dan simbolik dari konsep kesetimbangan dinamis^[28]. Berdasarkan gambar, terlihat bahwa keadaan awal terdapat wadah berisi molekul N_2O_4 yang berwarna dan terdapat sedikit NO_2 pada suhu dingin. Kemudian wadah tersebut dipanaskan, setelah beberapa waktu kemudian N_2O_4 mulai terurai menjadi NO_2 yang lama kelamaan berubah menjadi kuning. Setelah beberapa lama konsentrasi N_2O_4 berkurang sehingga laju pembentukan produk NO_2 berkurang dan wadah menjadi warna coklat. Disaat yang sama konsentrasi N_2O_4 meningkat dan terjadi reaksi pembentukan N_2O_4 . Laju reaksi dari N_2O_4 sama dengan laju reaksi ke arah NO_2 , Pada saat tersebut dikatakan kesetimbangan dinamis tercapai. Aspek mikroskopis dalam e-modul ini dapat membimbing peserta didik dalam memahami konsep

kesetimbangan dinamis serta meningkatkan literasi peserta didik.

Pada e-modul ini didalamnya disajikan masalah pada awal pembelajaran, masalah yang akan diselesaikan melalui penyelidikan, penyajian data, dan analisis evaluasi hasil penyelidikan. Sejalan dengan hasil pengamatan pada kegiatan ini, peserta didik dituntun untuk menyelesaikan masalah yang terdapat dalam e-modul sehingga mereka memperluas wawasan mereka dan mendorong mereka untuk mencari lebih banyak informasi. Pembelajaran berbasis masalah mengajarkan peserta didik keterampilan penyelidikan dan penyelesaian masalah^[16] Penerapan model ini memiliki keuntungan yaitu mampu meningkatkan proses pemahaman konsep^[26] Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa model PBL menuntut keterampilan berpikir kritis dan melibatkan peserta didik dalam memecahkan masalah. Akibatnya, peserta didik merasakan manfaat dari pembelajaran kimia karena mereka dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari^[16].

3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian serta analisis data dapat disimpulkan bahwa e-modul kesetimbangan kimia berbasis PBL yang terintegrasi TPACK efektif terhadap peningkatan literasi numerasi peserta didik kelas XI Fase F di SMAN 1 Luhak Nan Duo.

REFERENSI

- [1]. Lukum A, A.R Laliyo L, Sukanto K. Pembelajaran Kesetimbangan Kimia. *JIP (Jurnal Ilmu Pendidikan)*. 2015;VI:71–80.
- [2]. Kemdikbud. *Permendikbudristek nomor 17 tahun 2021*. Menteri. Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknol. 2021;1–10.
- [3]. Liswati TW, Yuniarti Y Sri, Sakinah NGAP. *Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis Literasi Numerasi*. 2019;1–59.
- [4]. Kemendikbudristek. *Laporan Pisa Kemendikbudristek*. Pemulihan Pembelajaran Indones. 2023;1–25.
- [5]. Muhazir A. Literasi Matematis dan Self-Efficacy Siswa Ditinjau dari Perbedaan Kebijakan Sistem Zonasi. *PYTHAGORAS J. Pendidik. Mat*. 2020.
- [6]. Jusmirad M, Angraeni D, Faturrahman M. Implementasi Literasi dan Numerasi pada Program MBKM dan Dampaknya Terhadap Siswa SMP Datuk Ribandang. *J. Pendidik. Indones. JAPENDI*. 2023.
- [7]. Nafiah YN. Penerapan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Hasil Belajar Siswa. *J. Pendidik Vokasi*. 2014.
- [8]. Hamid, N Dasna H. Kajian Literatur: Implementasi Problem Based Learning (PBL) dalam pembelajaran Kimia. *Hidrogen, J. Kependidikan Kim*. 2022.
- [9]. Vany Ardindi Putri; Dwi Finna Syolendra. Meta-Analisis : Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar Kimia Peserta Didik Meta-Analysis : The Problem-Based

- Learning Model's Effect on Students'. *Edukimia*. 2024;6:75–80.
- [10]. Nazmai Ekaputri Y, Veni V. Pencapaian Kompetensi Literasi Numerasi Siswa Dengan Model Problem Based Learning. *J. Kepemimp. dan Pengur. Sekol*. 2022;7:394–9.
- [11]. Febrila PZ. *Development of Salt Hydrolysis Module Based on Problem Based Learning Integrated with TPACK to Improve Numeracy Literacy Skills of Phase F SMA Students*. 2024;10:7861–72.
- [12]. Wahyuni ZA, Yerimadesi Y. Praktikalitas E-Modul Kimia Unsur Berbasis Guided Discovery Learning Untuk Siswa Sekolah Menengah Atas. *J. Ilmu Pendidik*. 2021;680–8.
- [13]. Pratono A, Sumarti, Wijayanti N. Contribution of Assisted Inquiry Model of E-Module to Students Science Process Skill. *J Innov Sci Educ*. 2018.
- [14]. Perdana F, Sarwanto, Sukarmin. Development of E-Module Combining Science Process Skills and Dynamucs Motion Material to Increasing Critical Thinking Skills and Improve Student Learning Motivation Senior High School. *Int J,Sci, Appl Sci*. 2017.
- [15]. M M. *Modul 3 Pembelajaran Inovatif*. 2019;
- [16]. Karmila M, Abidin Z. Pengembangan E-Modul Berbasis PBL dengan Media Wepik Terhadap Peningkatan Kemampuan Literasi Sains dan Numerasi Siswa MA. *J. Ilm. Wahana Pendidik*. 2023;9:611–26.
- [17]. Bowers JS, Stephens B. Using Technology to Explore Mathematics Courses for Prospective Teacher. *J Math Teach*. 2011.
- [18]. Okumuş S, Lewis L, Wiebe E, Hollebrands K. Utility and Usability As Factors Influencing Teacher Decisions About Software Integration. *Educ. Technol. Res. Dev*. 2016;64:1227–49.
- [19]. Rachman ABR. Peningkatan Kemampuan Numerasi Peserta Didik Dengan Model Problem Based Learning dan Pendekatan TPACK Guru Geografi di Kabupaten Solok, Sumatera Barat. *J Ris HOTS*. 2018.
- [20]. Wardani CA, Jatmiko B. The Effectiveness of Tpack-Based Learning Physics with The PBL Model to Improve Students' Critical Thinking Skills. *Int. J. Act. Learn*. 2021;6:17–26.
- [21]. Rachman ABR, Nuriadin I. Peningkatan Kemampuan Numerasi Peserta Didik dengan Model Problem Based Learning dan Pendekatan TPACK. *Kogn. J. Ris. HOTS Pendidik. Mat*. 2022;2:81–93.
- [22]. Nofry Ardiansyah. Pengembangan E-Modul Kesetimbangan Kimia Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi TPACK untuk Fase F. *J. Ilmu Pendidik*. 2024;6:586–93.
- [23]. Nuraini A. Peningkatan Hasil Belajar Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Pendekatan Saintifik ada Materi Kalor dan Perpindahannya Ppada Siswa Kelas VII. *J. Ilmu Pengetah. Alam, UNESA*. 2015.
- [24]. Sundayana R. *Statistik Penelitian Pendidikan (Edisi Ke-2)*. Bandung: Alfabeta; 2020.
- [25]. Wahyuni ZA, Yerimadesi Y. Praktikalitas E-Modul Kimia Unsur Berbasis Guided Discovery Learning untuk Siswa Sekolah Menengah Atas. *Edukatif J. Ilmu Pendidik*. 2021;3:680–8.
- [26]. Khasanah NI, Khaerunnisa E. Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning (PBL) untuk Mendukung Literasi Numerasi Siswa. *J. Pendidik. Tambusai*. 2024;8:18401–11.
- [27]. Aini V, Hidayat T, Kusnadi K, Williams C, Hadibarata T. Analysis Numeracy Literacy Skills of High School Students in Biodiversity Material Based on Minimum Competency Assessment Questions. *J. Pendidik. IPA Indones*. 2024;13:128–36.
- [28]. Chang R. *Chemistry 10th Edition*. New York: McGraw-Hill; 2010.
- [29]. Wulandari P, Maswani, Khotimah H. Google Form Sebagai Alternatif Evaluasi Pembelajaran Di Sman 2 Kota Tangerang. *Prosidingg Semin. Nas. Pendidik. FKIP*. 2019;2:421–5.
- [30]. Novita SS, Anwar M, Musdalifah M. Penerapan Problem Based Learning Berbasis TPACK untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kimia Siswa SMK. *J. Pendidik. dan Profesi Kegur*. 2023;2:151.
- [31]. Cahyani H, Setyawati RW. Pentingnya Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Melalui PBL untuk Mempersiapkan Generasi Unggul Menghadapi MEA. *Prism. Pros. Semin. Nas. Mat*. 2016;151–60.