

Efektivitas E-Modul TPS Berbantuan Multimedia Interaktif dalam Mencegah Miskonsepsi pada Materi Keseimbangan Kimia

Anggik Febriana^{*1}, Sukarmin²

^{1,2}Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia
Email: ¹anggikfebriana.21015@mhs.unesa.ac.id, ²sukarmin@unesa.ac.id

Abstrak

Kimia merupakan ilmu multidimensi yang menggabungkan konsep konkret dan abstrak, sehingga sering menimbulkan *miskonsepsi* pada peserta didik, khususnya dalam materi keseimbangan kimia. Untuk mengatasi hal ini, penelitian mengembangkan e-modul berbasis model pembelajaran kooperatif TPS (*Think Pair Share*), yang menggabungkan diskusi berpasangan, refleksi mandiri, dan berbagi dalam forum. E-modul ini dilengkapi multimedia interaktif dan representasi tiga level kimia: makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Fitur interaktif seperti animasi reaksi kimia, simulasi keseimbangan dinamis, dan video eksperimen virtual terkait prinsip *Le Chatelier* memungkinkan peserta didik mengeksplorasi keterkaitan antar level dengan cara yang tidak dapat dicapai melalui metode konvensional. Penelitian menggunakan model ADDIE dan melibatkan 35 peserta didik kelas XI-5 SMA Negeri 3 Surabaya. Pengumpulan data dilakukan melalui validasi perangkat, observasi, serta *pretest* dan *posttest* dengan ranah kognitif *four-tier-test*. Hasil utama menunjukkan peningkatan pemahaman konsep peserta didik dari tidak paham konsep (TPK) menjadi paham konsep (PK) sebesar 98,09%.

Kata kunci: *E-Modul Interaktif, Keseimbangan, Kooperatif TPS, Miskonsepsi*

The Effectiveness of a TPS-Based E-Module Supported by Interactive Multimedia in Preventing Misconceptions in Chemical Equilibrium Material

Abstract

Chemistry is a multidimensional science that integrates both concrete and abstract concepts, often leading to misconceptions among students, particularly in the topic of chemical equilibrium. To address this issue, this study developed an e-module based on the cooperative learning model *Think Pair Share* (TPS), which incorporates paired discussions, individual reflection, and group sharing. The e-module is equipped with interactive multimedia and the three levels of chemical representation: macroscopic, microscopic, and symbolic. Interactive features such as animated chemical reactions, dynamic equilibrium simulations, and virtual experiment videos related to *Le Chatelier's principle* allow students to explore the interconnections between representation levels in ways that conventional methods cannot offer. The research employed the ADDIE development model and involved 35 eleventh-grade students from class XI-5 at SMA Negeri 3 Surabaya. Data were collected through instructional material validation, observation, and cognitive domain pretests and posttests using a *four-tier test* instrument. The main result showed a 98.09% improvement in students' conceptual understanding, shifting from misconception (TPK) to concept mastery (PK).

Keywords: *Chemical Equilibrium, Cooperative TPS, Interactive E-Module, Misconceptions*

1. PENDAHULUAN

Kimia merupakan cabang ilmu pengetahuan yang multidimensional dan bersifat sentral. Dalam kimia khususnya keseimbangan dipelajari materi, komposisi, reaksi, energi, hingga perubahannya [1]. Hal ini berkaitan dengan banyaknya konsep kimia yang bersifat sederhana hingga kompleks serta dari yang bersifat konkret hingga abstrak. Lebih lanjut keseimbangan kimia seringkali dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit, tidak menarik, dan terdapat banyak konsep yang dapat menimbulkan beberapa miskonsepsi pada peserta didik, didukung bahwa pembelajaran kimia juga tidak hanya pembelajaran berdasarkan fakta, konsep maupun prinsip, tetapi juga inovasi ilmiah, sehingga proses penyampaian materi harus didasarkan pada konsep yang matang, benar dan nyata [2].

Kesetimbangan kimia melibatkan tiga tingkat representasi yakni, makroskopik yang berkaitan dengan fenomena dalam kehidupan, submikroskopik yang merujuk pada fenomena di tingkat molekuler yang tidak terlihat, dan simbolik yang diungkapkan dalam bentuk rumusan atau model [3]. Oleh sebab itu, kimia khususnya kesetimbangan kimia perlu disajikan dalam konten yang terstruktur agar memperoleh pemahaman yang benar [4]. Jika kesulitan siswa dalam pembelajaran ini tidak ditangani, maka hal tersebut dapat menimbulkan miskonsepsi baru atau memperkuat miskonsepsi yang sudah ada sebelumnya [5]. Miskonsepsi terjadi karena adanya faktor pendukung seperti banyaknya rumus yang tercantum dalam materi, cara menjelaskan guru dalam proses pembelajaran, minat siswa, dan waktu pembelajaran [6]. Pemahaman seseorang terhadap suatu konsep terdiri atas paham konsep (PK), tidak paham konsep (TPK), dan miskonsepsi (M). Materi kesetimbangan kimia memerlukan lebih banyak pemahaman pada ketiga tingkat tersebut, sehingga siswa dapat lebih memahami konsep dan terhindar dari konsep yang salah [7].

Dalam penelitian ini diperoleh data *pretest* bahwa pada materi kesetimbangan sub bab "Pengertian dan Konsep Kesetimbangan" siswa yang mengalami miskonsepsi (M) sejumlah 31%, tidak paham konsep (TPK) 60%, dan paham konsep (PK) 9%. Pada sub bab "Pengaruh Pergeseran Kesetimbangan dan Pengaplikasiannya" sejumlah 38% siswa yang mengalami miskonsepsi (M), 48% tidak paham konsep (TPK), dan 14% paham konsep (PK). Dari data yang diperoleh diperlukan suatu media pembelajaran yang efektif dalam tidak memperkuat atau menimbulkan miskonsepsi lebih lanjut. Salah satu media pembelajaran yang efektif adalah multimedia, yang menggabungkan *teks*, audio, gambar, animasi, dan video. Penggunaan multimedia interaktif ke dalam e-modul memungkinkan penyajian materi yang lebih kontekstual, dinamis, dan mudah dipahami [8]. Penggunaan video, simulasi, dan ilustrasi visual terbukti mampu meningkatkan daya tarik serta memudahkan peserta didik dalam memahami konsep-konsep kimia yang bersifat abstrak dan kompleks [9].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pusparini, multimedia interaktif efektif dalam mereduksi miskonsepsi peserta didik, ditunjukkan dengan penurunan jumlah peserta didik yang mengalami miskonsepsi dari 48% menjadi 30% setelah penggunaan media. Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan oleh Pusparini masih terlalu Fokus hanya pada aspek visualisasi, tanpa secara eksplisit mengintegrasikan representasi tiga level kimia (makroskopik, submikroskopik, dan simbolik) secara bersamaan dalam satu *platform* pembelajaran yang utuh dan sistematis. Sehingga, peneliti menggunakan multimedia interaktif dalam penelitian yang tidak hanya terletak pada elemen visualnya, tetapi juga pada bagaimana konten disajikan secara adaptif dan interaktif dalam format e-modul [10]. Multimedia dalam e-modul ini menyajikan representasi tiga level kimia (makroskopik, mikroskopik, dan simbolik) secara simultan dan saling terhubung [11]. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk melihat hubungan antara fenomena nyata, partikel, dan persamaan kimia dalam satu tampilan. Selain itu, fitur interaktif seperti kuis adaptif, simulasi interaktif kesetimbangan reaksi, video percobaan terkait prinsip *Le Chatelier*, animasi kesetimbangan sederhana dalam kehidupan sehari-hari, navigasi *non-linear*, dan umpan balik langsung menjadi nilai tambah dari e-modul ini dalam memperkuat konstruksi pengetahuan secara aktif.

Selain itu, dalam penelitian ini juga digunakan teknologi pembelajaran berupa *Flip PDF* sebagai *platform* penyajian e-modul, yang mendukung tampilan seperti buku digital interaktif, memperkaya pengalaman belajar peserta didik melalui fitur navigasi intuitif, animasi bawaan, dan integrasi multimedia dalam satu paket utuh [12]. Kemudian, ketika e-modul ini dipadukan dengan model pembelajaran kooperatif TPS (*Think Pair Share*), efektivitas pembelajaran meningkat secara signifikan. Model ini dipilih karena dapat mendorong peserta didik untuk aktif berpikir secara mandiri (*think*), mendiskusikan ide dengan teman sebaya (*pair*), dan menyampaikan hasil diskusi ke dalam forum kelompok (*share*) [13]. Proses ini mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, komunikasi ilmiah, kolaborasi, dan refleksi, yang sangat penting dalam memahami konsep-konsep kimia yang rentan menimbulkan miskonsepsi. Tahapan TPS juga menciptakan suasana belajar yang inklusif dan aktif, memungkinkan peserta didik yang semula pasif untuk turut serta dalam proses pembentukan makna secara sosial [14]. Model pembelajaran ini juga memberi kesempatan bagi guru untuk mengidentifikasi kesalahan konsep secara dini melalui tahap berbagi (*share*), sehingga menjadi strategi yang relevan dalam pencegahan miskonsepsi. Proses ini mendorong keterlibatan kognitif yang lebih dalam serta memungkinkan peserta didik untuk merefleksikan dan memperbaiki pemahamannya melalui interaksi sosial [15].

Dikarenakan masih sedikit penelitian yang mengintegrasikan TPS dengan representasi tiga level kimia dalam format e-modul interaktif berbasis *Flip PDF* penggunaan platform ini diharapkan memberikan *fleksibilitas* dan *aksesibilitas* tinggi baik di kelas maupun pembelajaran mandiri, yang sangat relevan dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21 [16]. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas e-modul TPS berbantuan multimedia interaktif dalam mencegah miskonsepsi pada materi kesetimbangan kimia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) atau Penelitian dan Pengembangan. Dalam ranah pendidikan, pendekatan R&D merupakan suatu metode sistematis yang bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan produk-produk pendidikan melalui proses penelitian yang berkelanjutan dan terstruktur. Metode ini tidak hanya berfokus pada pengembangan produk, tetapi juga mencakup evaluasi terhadap keefektifan produk yang dihasilkan melalui serangkaian uji coba dan revisi berdasarkan data empiris. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan mengadopsi model pengembangan ADDIE yang dikemukakan oleh Branch (2009). Model ADDIE merupakan kerangka pengembangan instruksional yang terdiri dari tahapan yang sistematis dan terstruktur, berbasis pada teori desain pembelajaran yang bertujuan untuk memecahkan permasalahan pembelajaran melalui penyediaan sumber belajar yang sesuai dengan kebutuhan serta karakteristik peserta didik. Pemilihan model ini didasarkan pada keunggulannya dalam menerapkan pendekatan sistematis yang efektif dan efisien, serta sifat prosesnya yang interaktif, yang memungkinkan terjadinya interaksi dinamis antara peserta didik, pendidik, dan lingkungan pembelajaran.

Dalam penelitian ini, tahapan model ADDIE diterapkan secara berurutan sesuai dengan skema yang diusulkan oleh Branch, yaitu melalui lima fase utama seperti gambar di bawah ini.

	Analyze	Design	Develop	Implement	Evaluate
Concept	Mengidentifikasi masalah dari adanya ketimpangan performa/kinerja	Memverifikasi kinerja yang diharapkan dan pemilihan metode penilaian yang sesuai	Mengembangkan dan memfasilitasi sumber-sumber belajar	Mempersiapkan lingkungan belajar dan melibatkan siswa	Menilai kualitas proses dan hasil pembelajaran sebelum dan sesudah pelaksanaan kegiatan
Common Procedures	1. Memvalidasi ketimpangan performa/kinerja 2. Menentukan kompetensi pembelajaran 3. Mengidentifikasi kasi karakteristik sasaran 4. Mengidentifikasi kasi sumber-sumber yang dibutuhkan 5. Menentukan sistem penyampaian pembelajaran	6. Menginventarisir tugas-tugas yang harus dimiliki 7. Menyusun indikator pembelajaran 8. Mengembangkan teknik penilaian	9. Mengembangkan materi pembelajaran 10. Memilih dan mengembangkan media pembelajaran pendukung 11. Mengembangkan panduan pembelajaran untuk peserta didik 12. Mengembangkan panduan pembelajaran untuk pendidik 13. Menyusun perbaikan formatif 14. Mengembangkan alat tes	15. Mempersiapkan pengajar 16. Mempersiapkan peserta didik	17. Menentukan kriteria penilaian 18. Memilih alat evaluasi 19. Melaksanakan evaluasi
	Analysis Summary	Design Brief	Learning Resources	Implementation Strategy	Evaluation Plan

Gambar 1. Tahapan Model ADDIE menurut Branch (Sumber: Branch 2009)

Sesuai dengan gambar di atas, setiap tahapan dilaksanakan secara berkesinambungan dan memungkinkan dilakukannya revisi apabila ditemukan ketidaksesuaian, sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Setelah seluruh tahapan selesai, dilakukan evaluasi menyeluruh baik terhadap proses pengembangan maupun terhadap produk e-modul interaktif yang dihasilkan. Berikut merupakan prosedur penelitian yang dapat dijelaskan, sebagai berikut.

1) Analisis kebutuhan (kajian pustaka dan wawancara pendidik)

Tahap analisis kebutuhan merupakan tahap awal atau persiapan dalam penelitian dan pengembangan. dalam tahap ini peneliti menggunakan beberapa kajian pustaka dan wawancara pendidik sebagai pendukung untuk menganalisis pembelajaran, kebutuhan peserta didik, dan tujuan pembelajaran kimia di SMA Negeri 3 Surabaya khususnya kelas XI 5.

2) Desain storyboard e-modul berparadigma kooperatif TPS (*Think, Pair, Share*) berbantuan multimedia interaktif

Pada tahap desain ini bertujuan untuk merancang struktur, strategi, konten, media, dan instrumen penilaian pembelajaran secara sistematis agar selaras dengan tujuan pembelajaran, berdasarkan hasil analisis sebelumnya, serta memastikan pengalaman belajar yang efektif, interaktif, dan sesuai dengan kebutuhan peserta. Beberapa tahapan tersebut dirincikan sebagai berikut.

a) Pengumpulan Referensi Pendukung dan Penyusunan Instrumen

Tahapan pertama dari bagian ini adalah pengumpulan referensi pendukung. Pada tahapan pertama ini digunakan untuk mendukung desain e-modul dengan cara pendekatan pedagogis dan teknologi terbaru sehingga, e-modul yang dihasilkan relevan. Hal ini juga didukung dengan pengumpulan referensi pendukung yang bertujuan memastikan keefektifitasan media, dengan cara merancang instrumen yang akurat dan relevan untuk menilai pemahaman peserta didik tentang materi kesetimbangan kimia.

Kemudian, Keefektifan merupakan alat ukur yang juga sama seperti validitas, bukan sama dalam hal artian, tetapi sama sama sebagai alat ukur dalam suatu penelitian. Keefektifan adalah berasal dari kata

“efektif” yang artinya penelitian dikatakan berhasil dalam penggunaan pendekatan, instrumen yang digunakan, strategi, dan lain sebagainya. Keefektifan ini digunakan untuk mengetahui kriteria kelayakan dari suatu media pembelajaran. Dikatakan efektif apabila ketercapaian pergeseran pemahaman konsep peserta didik dari tidak paham konsep (TPK) menjadi paham konsep (PK) memenuhi persentase sebesar $\geq 61\%$ yang diperoleh dari hasil pretest posttest dengan ranah *four tier test*.

b) Pembuatan Desain Awal dan Pemilihan Platform

Tahapan kedua merupakan pembuatan desain awal e-modul tujuan dari tahapan ini adalah untuk merancang desain dan konten e-modul yang terorganisir dengan baik serta mengintegrasikan elemen interaktif untuk mencegah miskonsepsi dan meningkatkan pemahaman konsep kesetimbangan kimia. Rancangan ini berisikan *cover*, identitas e-modul, capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, peta konsep, teori singkat, dua kegiatan pembelajaran, dua e-LKPD, latihan soal, evaluasi akhir, refleksi, glosarium, dan daftar pustaka. E-modul yang dibuat juga disertai dengan fitur-fitur interaktif seperti video animasi, video praktikum, audio, dan umpan balik yang bisa diakses langsung di e-modul oleh peserta didik. Lebih lanjut tahapan ini didukung dengan pemilihan platform pendukung untuk membuat e-modul. Platform yang digunakan dalam penyusunan e-modul adalah aplikasi *Flip PDF*, yang didukung pembuatannya dengan beberapa aplikasi dan web lain seperti, *Canva*, *Macromedia Flash*, *Lightroom*, dan juga dengan bantuan *Artificial Intelligence*.

c) Evaluasi

Tahapan terakhir dari bagian desain ini adalah evaluasi, tahap ini bertujuan untuk menilai dan memperbaiki desain awal e-modul untuk memastikan kesesuaian antara tujuan pembelajaran dan efektivitas perangkat interaktif yang dikembangkan

3) Pengembangan e modul berparadigma kooperatif TPS (*Think, Pair, Share*) berbantuan multimedia interaktif (pengembangan bahan pembelajaran dan validasi ahli)

Tahap pengembangan bertujuan untuk merealisasikan rancangan pembelajaran menjadi sebuah produk yang konkret dan dapat digunakan, dalam hal ini berupa e-modul. Draf awal perangkat yang telah dikembangkan kemudian dikaji oleh para ahli melalui proses validasi, yang mencakup aspek isi maupun konstruk. Apabila ditemukan catatan atau saran perbaikan dari hasil validasi tersebut, maka dilakukan revisi terhadap perangkat menggunakan platform *Flip PDF*. Langkah ini dilakukan guna menjamin bahwa media pembelajaran e-modul yang dihasilkan telah memenuhi standar kualitas, baik dari sisi isi, teknis, maupun pedagogis, serta mampu mencegah miskonsepsi peserta didik sebelum diimplementasikan di kelas.

4) Implementasi e-modul berparadigma kooperatif TPS (*Think, Pair, Share*) berbantuan multimedia interaktif

Pada tahap ini dilakukan uji coba terbatas terhadap penggunaan e-modul berparadigma kooperatif TPS dengan bantuan multimedia interaktif dalam mencegah miskonsepsi proses pembelajaran pada materi kesetimbangan kimia. Kegiatan pembelajaran dilaksanakan selama tiga pertemuan, masing-masing dengan durasi 2 x 45 menit dan 1 x 45 menit. Selama proses berlangsung, observer melakukan observasi untuk memantau keterlaksanaan pembelajaran. Setelah seluruh sesi pembelajaran selesai, peneliti menyebarkan angket guna memperoleh tanggapan peserta didik terhadap perangkat pembelajaran yang digunakan. Instrumen yang digunakan pada tahap implementasi meliputi angket observasi keterlaksanaan pembelajaran, angket respon peserta didik, serta angket *pretest* dan *posttest* untuk mengukur aspek kognitif pada materi kesetimbangan kimia.

Penelitian ini menggunakan metode tes untuk mendapatkan data kuantitatif berupa skor *pretest* dan *posttest* dalam pergeseran pemahaman konsep peserta didik untuk mencegah terjadinya miskonsepsi. Pergeseran pemahaman konsep terjadi apabila persentase peserta didik yang paham konsep lebih besar daripada peserta didik yang mengalami tidak paham konsep. Analisis dilakukan pada tiap soal yang kemudian dihitung persentasenya. Persentase tersebut dapat dicari dengan rumus sebagai berikut.

$$P\% = \frac{\sum TPK - \sum PK}{\sum TPK} \quad (1)$$

Keterangan:

- P% = Persentase pemahaman konsep (dari tidak paham konsep menjadi paham konsep)
- $\sum TPK - PK$ = Jumlah peserta didik yang mengalami pergeseran konsep dari tidak paham konsep menjadi paham konsep
- $\sum TPK$ = Jumlah peserta didik yang tidak paham konsep

Hasil dari persentase tersebut kemudian diinterpretasi pada tabel berikut:

Tabel 1. Persentase Keefektifan

Persentase (%)	Kriteria
0 - 20	Tidak Efektif
21 - 40	Kurang Efektif
41 - 60	Cukup Efektif
61 - 80	Efektif
81 - 100	Sangat Efektif

. Tes yang digunakan berbentuk *four-tier-test*. *Pretest* dilaksanakan sebelum kegiatan pembelajaran menggunakan e-modul, hal ini bertujuan untuk mengetahui pemahaman konsep awal peserta didik. Sedangkan *posttest* dilakukan di akhir kegiatan pembelajaran yang bertujuan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik dalam kesetimbangan kimia setelah menggunakan e-modul. E-modul interaktif untuk mencegah terjadinya miskonsepsi peserta didik yang dikembangkan dikatakan efektif apabila diperoleh persentase keefektifan sebesar $\geq 61\%$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Efektifitas e-modul berparadigma kooperatif TPS (*Think Pair Share*) berbantuan multimedia interaktif untuk mencegah miskonsepsi peserta didik dalam materi kesetimbangan kimia ditinjau berdasarkan penilaian kognitif yakni *pretest* dan *posttest*. Hasil tersebut digunakan sebagai indikator adanya peningkatan pemahaman konsep dan penurunan miskonsepsi peserta didik sesudah menggunakan e-modul.

3.1. Hasil belajar Kognitif Peserta Didik

Hasil belajar kognitif sebelum menggunakan e-modul (*pretest*) peserta didik bertujuan sebagai data yang digunakan untuk mengukur pemahaman awal peserta didik dalam materi kesetimbangan kimia. Sedangkan, *posttest* digunakan untuk mengukur pemahaman peserta didik setelah diberlakukan e-modul dalam pembelajaran kimia materi kesetimbangan. *Pretest* dan *posttest* berisikan 10 soal dengan ranah kognitif *four tier test*, dimana terdapat pilihan jawaban, alasan dan juga keyakinan. Subab dari materi kesetimbangan yang digunakan dalam tes ini adalah “Konsep dan Pengertian Kesetimbangan” dan “Pergeseran Kesetimbangan dan pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari”. Keefektifan ini ditinjau berdasarkan hasil pergeseran dari Tidak Paham Konsep (TPK) menjadi Paham Konsep (PK).

Tabel 2. Hasil Tes Kognitif *Four-Tier-Test* Peserta Didik

No	Teori 1					Teori 2				
	Nomor soal					Nomor Soal				
	1	3	5	2	4	6	7	8	9	10
1	PK-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-PK
2	M-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	TPK-PK
3	M-PK	M-PK	TPK-PK	M-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-PK
4	TPK-PK	M-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-PK
5	TPK-PK	M-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-PK
6	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	M-PK
7	PK-PK	M-PK	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK
8	TPK-PK	TPK-M	TPK-PK	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-PK	M-PK	TPK-PK
9	TPK-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-M	M-PK	M-PK	TPK-PK	M-PK	PK-PK
10	PK-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK	TPK-PK	M-PK	M-PK

11	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	M-PK	M-PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	M-PK
12	PK-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	M-PK
13	TPK- PK	PK-PK	TPK- PK	PK-PK	PK-PK	M-PK	PK-PK	TPK- PK	M-PK	M-PK
14	TPK- PK	PK-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	PK-PK	M-PK
15	TPK- PK	M-PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	M-PK	TPK- PK	PK-PK	PK-PK
16	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	PK-PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	M-PK
17	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	PK-PK	TPK- PK	PK-PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	M-PK
18	M-PK	PK-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	M-PK
19	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	PK-PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK
20	M-PK	PK-PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK
21	M-PK	PK-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK
22	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK
23	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK
24	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	M-PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK
25	M-PK	TPK- PK	M-PK	PK-PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	M-PK	M-PK	TPK- PK
26	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	M-PK	M-PK	TPK- PK
27	TPK- PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	M-PK	TPK- PK	M-PK	M-PK	M-PK	TPK- PK
28	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	PK-PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	PK-PK	TPK- PK	TPK- PK
29	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	PK-PK	PK-PK	TPK- PK	M-PK	PK-PK	TPK- PK	PK-PK
30	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	PK-PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	PK-PK
31	TPK- PK	M-PK	M-PK	PK-PK	PK-PK	M-PK	TPK- PK	PK-PK	TPK- PK	PK-PK
32	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	PK-PK	TPK- PK	M-PK	PK-PK	TPK-M	TPK- PK	PK-PK
33	M-PK	M-PK	TPK-M	PK-PK	TPK- PK	M-PK	TPK- PK	PK-PK	PK-PK	PK-PK
34	TPK- PK	M-PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	PK-PK	PK-PK	PK-PK	TPK- PK
35	M-PK	M-PK	M-PK	TPK- PK	TPK- PK	M-PK	PK-PK	PK-PK	PK-PK	TPK- PK

Tabel 3. Hasil Pergeseran Kognitif *Four-Tier-Test* Peserta Didik

Pergeseran Pemahaman Konsep	Konsep dan Pengertian Kesetimbangan		Pergeseran Kesetimbangan dan Aplikasi Kesetimbangan Kimia							
	Nomor Soal		Nomor Soal							
	1	3	5	2	4	6	7	8	9	10

PK-PK	4	5	0	8	4	3	3	6	4	7
PK-TPK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PK-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TPK-PK	22	15	25	18	24	17	11	19	8	18
TPK-TPK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TPK-M	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0
M-PK	9	14	9	9	6	15	21	9	23	10
M-TPK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M-M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Berdasarkan tabel di atas, terdapat pergeseran konsep peserta didik yang awalnya Tidak Paham Konsep (TPK) menjadi Paham Konsep (PK) dan diikuti pergeseran lainnya. Persentase pergeseran konsep peserta didik yang bertanda merah kemudian dihitung persentasenya dengan rumus:

$$P\% = \frac{\sum TPK - \sum PK}{\sum TPK} \quad (2)$$

Dalam hal ini hanya pergeseran tidak paham konsep (TPK) menjadi paham konsep (PK), miskonsepsi (M), ataupun tetap dalam kondisi tidak paham konsep (TPK) yang digunakan sebagai acuan keefektifan sesuai dengan yang sudah dijelaskan di atas sebelumnya. Kemudian, hasil dari soal nomor 1-10 kemudian dirincikan pada tabel di bawah ini.

Nomor Soal	%TPK-PK	Kategori
1	100,00	Sangat efektif
2	100,00	Sangat efektif
3	93,75	Sangat efektif
4	96,00	Sangat efektif
5	96,15	Sangat efektif
6	100,00	Sangat efektif
7	100,00	Sangat efektif
8	95,00	Sangat efektif
9	100,00	Sangat efektif
10	100,00	Sangat efektif

Berdasarkan data yang didapatkan, maka dapat dikelompokkan persentase pemahaman siswa tidak paham konsep (TPK) menjadi paham konsep (PK) sesuai dengan sub materi yang ada pada e-modul kesetimbangan.

Tabel 5. Persentase Pemahaman Peserta Didik Dalam Sub Bab Materi Kesetimbangan

Sub Materi Kesetimbangan	%TPK-PK	Kategori
Konsep dan Pengertian Kesetimbangan	96,63	Sangat efektif
Pergeseran Kesetimbangan dan Pengaplikasiannya	98,71	Sangat efektif

3.2. Pembahasan

Keefektifan dalam uji coba e-modul kooperatif TPS diperoleh melalui data pada lembar *pretest* dan *posttest*. Hal ini ditinjau dengan skor pada *pretest* dan *posttest* peserta didik yang terjadi pergeseran konsepsi dari tidak paham konsep menjadi paham konsep. Untuk mengukur siswa memasuki ranah paham konsep, tidak paham konsep, dan miskonsepsi digunakan metode *four tier diagnostic test*. Metode tes ini pada lembar dengan memberikan pilihan jawaban, alasan jawaban, serta keyakinan menjawab. Hal ini mampu mengidentifikasi konsepsi yang dimiliki peserta didik terhadap konten yang benar secara mendalam. Tingkatan kognitif pada lembar *pretest* dan *posttest* dibuat dengan keterampilan tingkat tinggi atau HOTS (*Higher Order Thinking Skills*) berdasarkan taksonomi Bloom.

Suatu perangkat pembelajaran dianggap efektif apabila dapat dipahami dengan baik oleh peserta didik dan menunjukkan pengaruh positif terhadap hasil evaluasi formatif yang selaras dengan tujuan pembelajaran. Dalam penelitian ini, efektivitas tersebut diukur melalui pelaksanaan *pretest* dan *posttest* yang dirancang untuk menilai pemahaman siswa dalam materi kesetimbangan. E-modul dianggap efektif apabila skor ≥ 61 . Dalam tes kognitif

yang diujikan terdapat dua subbab kesetimbangan yang tercantum di dalamnya, yakni “Konsep dan Pengertian Kesetimbangan” dan “Pergeseran Kesetimbangan dan Aplikasi Kesetimbangan Kimia”.

Pada sub materi “Konsep dan Pengertian Kesetimbangan” yang mencakup kesetimbangan homogen, kesetimbangan heterogen dan konsep kesetimbangan dinamis. Topik konsep kesetimbangan terdapat pada nomor soal 1, 3, dan 5. Soal nomor 1 mendapatkan persentase pergeseran konsep dari tidak paham konsep (TPK) menjadi paham konsep konsep (PK) sebesar 100% dengan kategori sangat efektif. Berikut merupakan gambar salah satu hasil pengerjaan siswa

Nama : Raka Pwita P
Kelas : XI-5
No Absen : 25

1. Diantara reaksi dibawah ini yang merupakan kesetimbangan homogen adalah

- $\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{MgO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- $\text{Ag}^+(\text{g}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag(NH}_3)_2^+(\text{aq})$
- $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$
- $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E F

Alasan:

- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat yang berada dalam keadaan setimbang mempunyai wujud sama.
- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat yang berada dalam keadaan setimbang mempunyai wujud berbeda.
- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat pereaksi dalam keadaan setimbang mempunyai wujud sama.
- E Kesetimbangan homogen adalah zat-zat hasil reaksi dalam keadaan setimbang mempunyai wujud sama.
- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat pereaksi dalam keadaan setimbang mempunyai wujud berbeda.

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E F

Gambar 2 Soal dan Jawaban Pretest Nomor 1

Nama : Raka Pwita P
Kelas : XI-5
No Absen : 25

1. Diantara reaksi dibawah ini yang merupakan kesetimbangan homogen adalah

- $\text{Mg(OH)}_2(\text{s}) \rightleftharpoons \text{MgO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- $\text{Ag}^+(\text{g}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag(NH}_3)_2^+(\text{aq})$
- $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq})$
- $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- $\text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NO}_2(\text{g})$

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E F

Alasan:

- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat yang berada dalam keadaan setimbang mempunyai wujud sama.
- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat yang berada dalam keadaan setimbang mempunyai wujud berbeda.
- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat pereaksi dalam keadaan setimbang mempunyai wujud sama.
- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat hasil reaksi dalam keadaan setimbang mempunyai wujud sama.
- Kesetimbangan homogen adalah zat-zat pereaksi dalam keadaan setimbang mempunyai wujud berbeda.

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E F

Gambar 3 Soal dan Jawaban Posttest Nomor 1

Pada soal nomor 3 memperoleh persentase pergeseran konsepsi dari TPK menjadi PK di soal nomor 3 adalah sebesar 93,75% dengan kategori sangat efektif dan terdapat 1 peserta didik dari tidak paham konsep (TPK) menjadi miskonsepsi (M) yaitu RR. Berdasarkan hasil observasi, diketahui RR tidak memperhatikan guru saat menjelaskan penggunaan e-modul. Konsep kesetimbangan menjadi konsep paling rendah dalam pergeseran konsepsi peserta didik dari TPK menjadi PK. Hal ini berkaitan dengan kurang fokusnya peserta didik pada materi dan bergerombol di materi ini. Soal dan jawaban pada butir soal nomor 3 terdapat pada gambar di bawah ini

3. Suatu kesetimbangan dikatakan dinamis, artinya dalam kesetimbangan ..

- Terjadi perubahan dari arah kiri dan kanan
- Secara makroskopis reaksi berjalan terus menerus
- Kecepatan perubahan ke kanan sama dengan ke kiri
- Secara mikroskopis reaksi berjalan terus menerus ke dua arah
- Jumlah mol pereaksi senantiasa berubah

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E F

Alasan:

- Karena pada saat kesetimbangan laju menghilangnya suatu komponen sama dengan laju pembentukan komponen itu.
- E Karena secara mikroskopis reaksi kiri dan kanan mengalami reaksi bolak balik secara terus menerus
- Karena pada suatu reaksi kesetimbangan tidak terdapat lagi perubahan yang dapat diamati secara makroskopis.
- Karena proses kesetimbangan dinamis inidapat terjadi pula dalam satu reaksi kimia
- Karena jumlah mol pereaksi yang berubah sama dengan yang dihasilkan

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E F

Gambar 4 Soal dan Jawaban Pretest Nomor 3

3. Suatu kesetimbangan dikatakan dinamis, artinya dalam kesetimbangan ..

- Terjadi perubahan dari arah kiri dan kanan
- Secara makroskopis reaksi berjalan terus menerus
- Kecepatan perubahan ke kanan sama dengan ke kiri
- E Secara mikroskopis reaksi berjalan terus menerus ke dua arah
- Jumlah mol pereaksi senantiasa berubah

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E F

Alasan:

- Karena pada saat kesetimbangan laju menghilangnya suatu komponen sama dengan laju pembentukan komponen itu.
- E Karena secara mikroskopis reaksi kiri dan kanan mengalami reaksi bolak balik secara terus menerus
- Karena pada suatu reaksi kesetimbangan tidak terdapat lagi perubahan yang dapat diamati secara makroskopis.
- Karena proses kesetimbangan dinamis inidapat terjadi pula dalam satu reaksi kimia
- Karena jumlah mol pereaksi yang berubah sama dengan yang dihasilkan

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E F

Gambar 5 Soal dan Jawaban Posttest Nomor 3

Pada soal nomor 5 memperoleh persentase pergeseran konsepsi dari TPK menjadi PK di soal nomor 5 adalah sebesar 96,15% dengan kategori sangat efektif dan terdapat 1 peserta didik dari tidak paham konsep (TPK) menjadi

miskonsepsi (M) yaitu SF. Berdasarkan angket respon, SF berpendapat bahwa tidak bisa menyelesaikan soal dengan tepat waktu. Dari ketiga soal di atas menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan sangat efektif untuk menggeser konsepsi dari tidak paham konsep menjadi paham konsep di sub konsep konsep dan pengertian kesetimbangan. Berikut merupakan salah satu bukti pengerjaan *pretest* dan *posttest* yang dikerjakan siswa pada butir soal nomor 5.

5. Pada suhu tertentu dalam wadah tertutup terdapat campuran gas yang terdiri atas SO_2 , SO_3 dan O_2 berada dalam keadaan kesetimbangan. Jika pada suhu tetap, campuran gas tersebut diampatkan maka
- Jumlah mol O_2 bertambah
 - jumlah mol SO_3 bertambah
 - Jumlah mol SO_2 berkurang
 - Jumlah mol SO_2 dan O_2 bertambah
 - Tidak terjadi perubahan jumlah mol dalam system

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒ 5/5

Alasan:

- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang besar, yaitu ke arah SO_2 dan O_2 , sehingga jumlah SO_2 dan O_2 bertambah.
- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang besar, yaitu ke arah SO_2 , sehingga jumlah SO_2 bertambah.
- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang kecil, yaitu ke arah SO_3 , sehingga jumlah SO_3 bertambah.
- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang besar, yaitu ke arah SO_2 , sehingga jumlah SO_2 berkurang.
- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}(\text{g}) + \text{SO}_3(\text{g})$. Kesetimbangan tidak bergeser karena koefisiennya sama.

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒ 5/5

5. Pada suhu tertentu dalam wadah tertutup terdapat campuran gas yang terdiri atas SO_2 , SO_3 dan O_2 berada dalam keadaan kesetimbangan. Jika pada suhu tetap, campuran gas tersebut diampatkan maka

- Jumlah mol O_2 bertambah
- jumlah mol SO_3 bertambah
- Jumlah mol SO_2 berkurang
- Jumlah mol SO_2 dan O_2 bertambah
- Tidak terjadi perubahan jumlah mol dalam system

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒ 5/5

Alasan:

- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang besar, yaitu ke arah SO_2 dan O_2 , sehingga jumlah SO_2 dan O_2 bertambah.
- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang besar, yaitu ke arah SO_2 , sehingga jumlah SO_2 bertambah.
- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang kecil, yaitu ke arah SO_3 , sehingga jumlah SO_3 bertambah.
- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(\text{g})$. Jika tekanan diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien yang besar, yaitu ke arah SO_2 , sehingga jumlah SO_2 berkurang.
- Reaksi yang terjadi: $2\text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{S}(\text{g}) + \text{SO}_3(\text{g})$. Kesetimbangan tidak bergeser karena koefisiennya sama.

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒ 5/5

Gambar 6 Soal dan Jawaban *Pretest* Nomor 5

Gambar 7 Soal dan Jawaban *Posttest* Nomor 5

Pada subkonsep pergeseran kesetimbangan yang mencakup analisis faktor-faktor yang memengaruhi kesetimbangan kimia berdasarkan prinsip *Le Chatelier* dan aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Topik ini terdapat pada nomor 2,4,6,7,8,9,10. Pada soal nomor 2, 6, 7, 9, dan 10 secara keseluruhan mendapatkan persentase skor sebesar 100,00%. Pada soal nomor 2 terdapat 8 peserta didik paham konsep, 18 peserta didik yang tidak paham konsep, dan 9 peserta didik miskonsepsi. Setelah dilakukan uji coba atau perlakuan pembelajaran menggunakan e-modul, terjadi pergeseran konsepsi dari TPK menjadi PK sejumlah 18 peserta didik, dari M menjadi PK sejumlah 9 peserta didik, dan dari PK tetap menjadi PK sejumlah 8 peserta didik. Kemudian, secara berurutan pada nomor 6 terdapat 3 peserta didik paham konsep (PK), 17 peserta didik tidak paham konsep (TPK), 15 peserta didik miskonsepsi (M). Sedangkan, pada butir soal nomor 7 terdapat 3 peserta didik paham konsep, 11 peserta didik yang tidak paham konsep, dan 21 peserta didik miskonsepsi. Sedangkan pada nomor 9 dan 10 secara berurutan terdapat 4 dan 7 peserta didik paham konsep, 8 dan 18 peserta didik yang tidak paham konsep, dan 23 dan 10 peserta didik miskonsepsi. Setelah dilakukan uji coba atau perlakuan pembelajaran menggunakan e-modul pada soal 9 dan 10, secara berurutan terjadi pergeseran konsepsi dari TPK menjadi PK sejumlah 8 dan 18 peserta didik, dari M menjadi PK sejumlah 23 dan 10 peserta didik, dan dari PK tetap menjadi PK sejumlah 8 dan 18 peserta didik.

Pada pada soal nomor 4, terdapat 6 peserta didik paham konsep, 20 peserta didik tidak paham konsep, dan 9 peserta didik miskonsepsi. Setelah dilakukan uji coba atau perlakuan pembelajaran menggunakan e-modul, terjadi pergeseran konsepsi dari TPK menjadi PK sejumlah 19 peserta didik, dari M menjadi PK sejumlah 9 peserta didik, dan dari TPK menjadi M ada 1 peserta didik. Penelitian berkonsentrasi pada peserta didik dengan kategori tidak paham konsep. Dengan demikian, persentase pergeseran konsepsi dari TPK menjadi PK di soal nomor 4 adalah sebesar 96,00% dengan kategori sangat efektif. Berikut merupakan gambar soal dan jawaban butir soal nomor 4 yang sudah dikerjakan oleh salah satu siswa.

4. Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut.

$$\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$$

Jika tekanan diperbesar, konsentrasi

☐ a. H_2O tetap
☐ b. CO bertambah
☐ c. H_2 bertambah, H_2O bertambah
☒ d. CO dan H_2 tetap
☐ e. H_2O bertambah

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E ☒ *SY*

Alasan:

a. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien zat gas besar (ke kanan) sehingga CO bertambah.
b. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien zat gas besar (ke kanan) sehingga H_2O bertambah sedangkan CO dan H_2 berkurang.
☒ c. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan tidak bergeser, sehingga H_2O bertambah sedangkan CO dan H_2 berkurang.
d. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien zat gas kecil (ke kiri) sehingga H_2O bertambah sedangkan CO dan H_2 berkurang.
☒ e. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien zat gas kecil (ke kiri) sehingga CO dan H_2 tetap.

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒ *SY*

Gambar 8 Soal dan Jawaban *Pretest* Nomor 4

4. Perhatikan reaksi kesetimbangan berikut.

$$\text{C(s)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$$

Jika tekanan diperbesar, konsentrasi

a. H_2O tetap
b. CO bertambah
c. H_2 bertambah, H_2O bertambah
☒ d. CO dan H_2 tetap
☒ e. H_2O bertambah

Bagaimana tingkat keyakinan Anda:

A B C D E ☒

Alasan:

a. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien zat gas besar (ke kanan) sehingga CO bertambah.
b. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien zat gas besar (ke kanan) sehingga H_2O bertambah sedangkan CO dan H_2 berkurang.
c. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan tidak bergeser, sehingga H_2O bertambah sedangkan CO dan H_2 berkurang.
☒ d. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien zat gas kecil (ke kiri) sehingga H_2O bertambah sedangkan CO dan H_2 berkurang.
☒ e. Jika tekanan diperbesar kesetimbangan akan bergeser ke arah jumlah koefisien zat gas kecil (ke kiri) sehingga CO dan H_2 tetap.

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒

Gambar 9 Soal dan Jawaban *Posttest* Nomor 4

Pada soal nomor 8 terdapat 4 peserta didik paham konsep, 25 peserta didik tidak paham konsep, dan 6 peserta didik miskonsepsi. Setelah dilakukan uji coba atau perlakuan pembelajaran menggunakan e-modul, terjadi pergeseran konsepsi dari TPK menjadi PK sejumlah 24 peserta didik, dari M menjadi PK sejumlah 6 peserta didik, dan dari TPK menjadi M ada 1 peserta didik. Penelitian berkonsentrasi pada peserta didik dengan kategori tidak paham konsep. Dengan demikian, persentase pergeseran konsepsi dari TPK menjadi PK di soal nomor 8 adalah sebesar 95,00% dengan kategori sangat efektif, gambar pengerjaan disajikan di bawah ini.

8. Diketahui reaksi kesetimbangan berikut berlangsung dalam suatu wadah tertutup:

$$\text{PCl}_5\text{(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_3\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$$

Suatu percobaan dilakukan dengan cara memperkecil volume wadah (meningkatkan tekanan total sistem). Analisislah, ke arah mana pergeseran kesetimbangan akan terjadi dan apa alasan utamanya?

a. Bergeser ke kanan (Produk)
☒ b. Bergeser ke kiri (reaktan)
☐ c. Tidak bergeser
☐ d. Tidak dapat ditentukan
☐ e. Bergeser ke kanan lalu ke kiri

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒ *SY*

Alasan:

a. Karena jumlah mol gas di kanan lebih banyak daripada kiri
☒ b. Karena jumlah mol gas di kiri lebih banyak daripada di kanan
c. Karena tekanan tidak mempengaruhi arah kesetimbangan
d. Karena perubahan volume hanya mempengaruhi suhu
e. Karena mol gas di antara keduanya tidak ada perbedaan

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒ *SY*

Gambar 10 Soal dan Jawaban *Pretest* Nomor 8

8. Diketahui reaksi kesetimbangan berikut berlangsung dalam suatu wadah tertutup:

$$\text{PCl}_5\text{(g)} \rightleftharpoons \text{PCl}_3\text{(g)} + \text{Cl}_2\text{(g)}$$

Suatu percobaan dilakukan dengan cara memperkecil volume wadah (meningkatkan tekanan total sistem). Analisislah, ke arah mana pergeseran kesetimbangan akan terjadi dan apa alasan utamanya?

a. Bergeser ke kanan (Produk)
☒ b. Bergeser ke kiri (reaktan)
☐ c. Tidak bergeser
☐ d. Tidak dapat ditentukan
☐ e. Bergeser ke kanan lalu ke kiri

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒

Alasan:

☒ a. Karena jumlah mol gas di kanan lebih banyak daripada kiri
b. Karena jumlah mol gas di kiri lebih banyak daripada di kanan
c. Karena tekanan tidak mempengaruhi arah kesetimbangan
d. Karena perubahan volume hanya mempengaruhi suhu
e. Karena mol gas di antara keduanya tidak ada perbedaan

Bagaimana tingkat keyakinan Anda

A B C D E ☒

Gambar 11 Soal dan Jawaban *Posttest* Nomor 8

Secara menyeluruh, e-modul interaktif berparadigma kooperatif TPS memenuhi persentase kriteria minimum keefektifan $\geq 61\%$ dengan persentase hasil yang diperoleh dari pergeseran konsepsi peserta didik dari tidak paham konsep (TPK) menjadi paham konsep (PK) sebesar 98,09% dengan kategori sangat efektif. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan sangat efektif digunakan dalam pembelajaran untuk mencegah terjadinya miskonsepsi peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

4. IMPLIKASI

Implikasi hasil penelitian ini menunjukkan bahwa e-modul berparadigma kooperatif TPS (*Think Pair Share*) berbantuan multimedia interaktif berpotensi menjadi solusi inovatif dalam pembelajaran konsep kimia, khususnya kesetimbangan kimia. Melalui integrasi animasi reaksi kimia, simulasi kesetimbangan dinamis, serta video eksperimen virtual terkait prinsip *Le Chatelier*, e-modul ini tidak hanya mencegah miskonsepsi peserta didik tetapi juga mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kolaborasi, dan komunikasi. Peserta didik dapat mengeksplorasi keterkaitan antar level representasi kimia secara simultan dan visual (makroskopik, mikroskopik, dan simbolik) yang sebelumnya sulit dicapai melalui metode konvensional. Selain itu, penggunaan e-modul ini memfasilitasi pembelajaran yang bersifat mandiri, fleksibel, dan adaptif terhadap kecepatan belajar individu.

Bagi guru, e-modul ini menawarkan alternatif perangkat pembelajaran yang menarik dan kontekstual untuk membelajarkan materi kesetimbangan secara mandiri dan kooperatif. E-modul ini juga dapat menjadi sarana untuk meningkatkan peran guru sebagai fasilitator dalam pembelajaran aktif, serta mendukung pelaksanaan asesmen formatif melalui fitur interaktif yang memberikan umpan balik langsung terhadap pemahaman peserta didik. Bagi pengembang media, hasil penelitian ini memberikan bukti empiris tentang efektivitas integrasi paradigma kooperatif TPS (*Think Pair Share*) dalam media pembelajaran digital interaktif untuk meningkatkan pemahaman konsep dan mencegah miskonsepsi. Hal ini membuka peluang inovasi lebih lanjut dalam pengembangan sumber belajar digital yang adaptif, menarik, dan berbasis data hasil belajar. Bagi pembuat kebijakan kurikulum, temuan ini menggarisbawahi pentingnya mempertimbangkan integrasi pendekatan kontekstual seperti kooperatif TPS (*Think Pair Share*) dan fokus pada pengembangan keterampilan abad ke-21 dalam desain kurikulum dan penyediaan sumber belajar. Ini juga menunjukkan perlunya kebijakan yang mendorong pemanfaatan teknologi pendidikan dalam pembelajaran *sains*, guna menjawab tantangan era digital. Potensi penerapan e-modul interaktif ini juga terbuka lebar untuk materi kimia lain yang memerlukan pemahaman konseptual mendalam dan kolaborasi tim, seperti reaksi redoks, koloid, sistem periodik, dan asam basa. Selain memperkuat pemahaman konsep, e-modul ini juga dapat menjadi sarana untuk menanamkan nilai-nilai kerja sama, komunikasi ilmiah, dan pembelajaran sepanjang hayat pada peserta didik.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan data pergeseran konsepsi peserta didik dari tidak paham konsep (TPK) menjadi paham konsep (PK) hasil *pretest* dan *posttest*, diperoleh pergeseran TPK menjadi PK dengan persentase rata-rata sebesar 98,09% yang termasuk dalam kategori sangat efektif. Berdasarkan hal tersebut, maka dapat dinyatakan E-modul berparadigma kooperatif TPS berbantuan multimedia interaktif yang dikembangkan sangat efektif digunakan dalam pembelajaran dan untuk mencegah terjadinya miskonsepsi peserta didik pada materi kesetimbangan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Kualitas, P. Di, S. Roos, M. S. Tuerah, dan J. M. Tuerah, "Kurikulum Merdeka dalam Perspektif Kajian Teori: Analisis Kebijakan," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Oktober, vol. 2023, no. 19, hlm. 979–988, doi: 10.5281/zenodo.10047903.
- [2] R. Alftrah dan R. Y. Pratiwi, "ADOBE FLASH PROFFESIONAL BERBASIS MULTIPLE REPRESENTASI PADA MATERI KIMIA LARUTAN," *Orbital: Jurnal.Pendidikan.Kimia*, vol. 5, no. 1, hlm. 80, 2021.
- [3] D. N. Sipayung dan J. Purba, "Pengembangan e-Modul Pembelajaran Berbasis Chemo-Edutainment pada Pokok Bahasan Sistem Periodik Unsur," *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, vol. 9, no. 1, hlm. 85–98, Apr 2024, doi: 10.36709/jpkim.v9i1.80.
- [4] M. Bhrizda Permatasari *dkk.*, "Identifikasi Miskonsepsi Materi Kesetimbangan Kimia Pada Siswa SMA Menggunakan Tes Three Tier Berbasis Web," 2022. [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK>
- [5] M. Rohmah, S. Priyono, D. Resti, dan S. Sari, "ANALISIS FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB MISKONSEPSI PESERTA DIDIK SMA," *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Ekonomi*, vol. 7, no. 2, hlm. 39–47, [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.unu.ac.id/index.php/utility>
- [6] R. Isminiarti Izza dan P. Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP, "ANALISIS MISKONSEPSI SISWA MENGGUNAKAN TES DIAGNOSTIK ESAI BERBANTUAN CRI (CERTAINTY OF RESPONSE INDEX) PADA POKOK BAHASAN ASAM BASA," *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, vol. 5, no. 1, hlm. 55–63, 2021.

-
- [7] Muallifah,) Suyono, dan) Yuanita, "Pendidikan Sains Pascasarjana Universitas Negeri Surabaya Mencegah Miskonsepsi Siswa Pada Kesetimbangan Kimia Menggunakan Model Inkuiri Terbuka Dan Remediasi Menggunakan Strategi Conceptual Change MENCEGAH MISKONSEPSI SISWA PADA KESETIMBANGAN KIMIA MENGGUNAKAN MODEL INKUIRI TERBUKA DAN REMEDIASI MENGGUNAKAN STRATEGI CONCEPTUAL CHANGE," 2013.
- [8] K. Bastomi dan E. Purwaningsih, *SEMINAR NASIONAL FISIKA DAN PEMBELAJARANNYA 2017 PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF UNTUK MENGURANGI MISKONSEPSI PADA MATERI USAHA DAN ENERGI*.
- [9] P. W. Santhalia dan E. C. Sampebatu, "Pengembangan multimedia interaktif dalam membantu pembelajaran fisika di era Covid-19," *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, vol. 6, no. 2, Okt 2020, doi: 10.21831/jipi.v6i2.31985.
- [10] N. Lestari, L. Sutrisno, E. Oktavianty, P. Studi, P. Fisika, dan F. Untan, "REMEDIASI MISKONSEPSI MENGGUNAKAN MULTIMEDIA INTERAKTIF GUIDED DISCOVERY PADA TEKANAN ZAT CAIR SISWA SMP."
- [11] N. Maghfiroh dan D. Sukarmin, "Pengembangan Media Interaktif Misabas Untuk Mendeteksi Dan Mereduksi Miskonsepsi Siswa Pada Materi Asam Basa Melalui Strategi Conceptual Change Text," vol. 6, no. 1, hlm. 17–33, 2021, doi: 10.32832/educate.v6i1.3942.
- [12] I. Sriwahyuni, E. Risdianto, dan H. Johan, "PENGEMBANGAN BAHAN AJAR ELEKTRONIK MENGGUNAKAN FLIP PDF PROFESSIONAL PADA MATERI ALAT-ALAT OPTIK DI SMA," *Jurnal Kumparan Fisika*, vol. 2, no. 3, hlm. 145–152, Des 2019, doi: 10.33369/jkf.2.3.145-152.
- [13] K. D. Tambunan, "Implementasi Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Think Pair Share (TPS) Berbantuan Media Javalab Science Simulations Pada Materi Ikatan Kimia," *CHEDS: Journal of Chemistry, Education, and Science*, vol. 9, no. 1, 2025, doi: 10.30743/cheds.v7i1.10944.
- [14] K. Dwi Rahmawati, M. Alim Marhadi, dan P. Studi Pend Kimia FKIP UHO, "Meningkatkan Hasil Belajar Kimia melalui Pembiasaan Literasi dan Strategi Think Pair Share (TPS) pada Materi Sistem Koloid di Kelas XI MIPA," *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, vol. 8, no. 1, 2023, doi: 10.36709/jpkim.v8i1.11.
- [15] Putri suci anugrah, "PENGEMBANGAN LEMBAR KEGIATAN PESERTA DIDIK (LKPD) BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN KOOPERATIF TIPE THINK-PAIR-SHARE (TPS) PADA POKOK BAHASAN STOIKIOMETRI DI KELAS X SMA/MA," *JRPK: Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, vol. 12, no. 1, hlm. 20–24, Jul 2022, doi: 10.21009/jrpk.121.03.
- [16] N. A. Nurrahmah dan Sukarmin, "Pengembangan E-flipbook Interaktif dengan Strategi Conceptual Change sebagai Media Reduksi Miskonsepsi Peserta Didik pada Materi Laju Reaksi," *PENDIPA Journal of Science Education*, vol. 7, no. 2, hlm. 185–194, Jun 2023, doi: 10.33369/pendipa.7.2.185-194.