

**Pengembangan E-Modul Berbasis Multipel Representasi pada Pembelajaran *Flipped Classroom* Materi Laju Reaksi**

Azzilani Tahta Zilli Arsyka, Tutik Sri Wahyuni

Jurusan Tadris Kimia, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung,  
Jl. Mayor Sujadi Timur Nomor 46, Tulungagung, Indonesia

Corresponding author: [arsykatahta28@gmail.com](mailto:arsykatahta28@gmail.com), [tswahyuni@gmail.com](mailto:tswahyuni@gmail.com)

**Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul materi laju reaksi berbasis multipel representasi dengan pendekatan *flipped classroom* sebagai fasilitas belajar mandiri siswa dan menguji kelayakan e-modul berdasarkan kevalidan dan respon keterbacaannya. Penelitian dan pengembangan ini menggunakan model penelitian 4-D yang terdiri dari 4 tahap yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Namun, dalam penelitian ini tahap yang dilakukan hanya sampai pada tahap *develop* (pengembangan). Produk e-modul yang telah dikembangkan kemudian divalidasi oleh tiga validator yang terdiri dari satu dosen pendidikan kimia dan dua guru kimia untuk diuji kelayakannya dari segi muatan materi dan tampilan medianya. Selanjutnya, e-modul direvisi sesuai dengan saran dari para validator dan diuji keterbacaannya berdasarkan respon siswa yang dikumpulkan melalui angket. Hasil analisis data validasi e-modul yang dikembangkan memenuhi kriteria kelayakan materi maupun media dengan persentase rata-rata berturut-turut sebesar 91,35% dan 91,91% dengan kategori sangat baik. Adapun untuk hasil uji keterbacaannya mendapat respon positif dari siswa dengan persentase rata-rata sebesar 82,92% dengan kategori baik. Dengan demikian, e-modul yang dikembangkan layak diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran materi laju reaksi dengan pendekatan *flipped classroom*.

**Kata Kunci**

*e-modul, multipel representasi, flipped classroom, laju reaksi,*

**Abstract**

This study aims to develop the e-module of reaction rate topic based on multiple representations with the *flipped classroom* approach as a student self-study facility and to test the feasibility of the e-module based on its validity and readability responses. This research and development used a 4-D model consisting of 4 stages, namely *define*, *design*, *develop*, and *disseminate*. However, in this study, the stages carried out only reached the *develop* stage. The e-module product that has been developed is then validated by three validators consisting of one chemistry education lecturer and two chemistry teachers to test its feasibility in terms of material content and media appearance. Then, e-module was revised according to the suggestions from the validators and tested for its readability based on student responses collected through a questionnaire. The results of the validation data analysis of the developed e-module fulfill the eligibility criteria both in terms of material and media with an average percentage of 91.35% and 91.91%, respectively, in a very good category. Meanwhile, the results of the readability test received a positive responses from students with an average percentage of 82.92% in a good category. Thus, the developed e-module is feasible to be implemented in learning reaction rate topic with the *flipped classroom* approach.

## Keywords

*e-module, multiple representation, flipped classroom, reaction rate*

### 1. Pendahuluan

Kimia merupakan salah satu cabang Ilmu Pengetahuan Alam yang mempelajari materi dan perubahan materi serta energi yang menyertai perubahan materi. Kimia memuat konsep yang bersifat abstrak dan melibatkan hubungan antara representasi makroskopis dan mikroskopis sehingga sulit dipahami siswa[1]. Berdasarkan hasil analisis yang dikemukakan oleh Omwirhiren, hasil belajar siswa pada mata pelajaran sains seperti fisika, kimia, dan biologi selama beberapa tahun menempatkan kimia sebagai mata pelajaran sains dengan hasil terendah. Hal ini disebabkan karena penggunaan metode pengajaran yang digunakan oleh guru tidak mengintegrasikan kegiatan berdiskusi sehingga membuat siswa menjadi pasif[2]. Selain itu, pembelajaran kimia juga perlu menekankan pemahaman konsep secara menyeluruh yang memadukan visualisasi makroskopis, submikroskopis, dan simbolis yang disebut dengan multipel representasi.

Dalam kimia, multipel representasi merupakan representasi yang dikembangkan berdasarkan urutan dari fenomena yang diamati (makroskopis), persamaan reaksi dan simbol-simbol (simbolis), serta model atom dan molekul (submikroskopis)[3]. Penelitian yang dilakukan oleh Sunyono, dkk., menunjukkan bahwa penerapan multipel representasi menghasilkan pembelajaran kimia yang lebih efektif karena siswa menjadi lebih mudah dalam menginterkoneksi ketiga level makroskopis, submikroskopis, dan simbolis[4].

Laju reaksi merupakan materi yang tergolong sulit dan memerlukan multipel representasi dalam pembelajarannya. Sebagian siswa mengalami kesulitan ketika mempelajari materi laju reaksi karena materi tersebut melibatkan perhitungan matematika dan kimia fisik[5]. Beberapa kesulitan yang dialami siswa pada materi laju reaksi menurut Gegios yang dirangkum dari berbagai sumber antara lain sebagai berikut: (1) kesulitan

membedakan konsep termodinamika dan kinetika, (2) pemahaman bahwa konsentrasi reaktan pada hukum laju reaksi mempunyai pangkat yang sama dengan koefisien stoikiometri dari reaktan pada persamaan reaksi yang setara, (3) pemahaman mengenai cara kerja katalis, serta (4) keseluruhan konsep laju reaksi dan energi aktivasi[6]. Untuk mengatasi kesulitan siswa dalam mempelajari materi laju reaksi, maka diperlukan suatu pendekatan pembelajaran yang efektif dan efisien.

*Flipped classroom* adalah suatu pendekatan pembelajaran di mana konten dan keterampilan yang biasanya diajarkan saat kelas berlangsung menjadi disampaikan di luar kelas, membebaskan waktu pembelajaran di kelas untuk belajar aktif termasuk studi kasus, diskusi, eksperimen, laboratorium, atau simulasi[7]. *Flipped classroom* menjadi suatu pendekatan berbasis teknologi informasi dan komunikasi yang menjanjikan untuk digunakan dalam pembelajaran kimia. Pembelajaran dengan pendekatan *flipped classroom* dapat menggunakan materi dari video, buku, dan rekaman suara serta dipadukan dengan aktivitas kolaboratif di dalam kelas. Pada pembelajaran *non-flipped*, permasalahannya adalah tidak adanya cukup waktu pembelajaran di kelas untuk menyampaikan materi dan mendapatkan latihan soal yang memadai. Penggunaan pendekatan *flipped classroom* diharapkan dapat membuat pembelajaran di kelas lebih efisien sesuai dengan alokasi waktu yang telah direncanakan pendidik dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

Pembelajaran dengan pendekatan *flipped classroom* berbasis teknologi informasi sangat sesuai diterapkan pada masa pandemi seperti saat ini yang mengharuskan pembelajaran secara tatap muka dibatasi pelaksanaannya dan dialihkan menjadi pembelajaran secara daring. Materi yang disampaikan melalui platform *online* pada pembelajaran *flipped classroom* dapat dipelajari siswa dari rumah sebelum

kelas tatap muka berlangsung secara berulang-ulang sampai siswa dapat memahami materi tersebut. Berbeda dengan pembelajaran secara tatap muka yang mengharuskan siswa paham ketika guru menjelaskannya di dalam kelas[8].

Pada pembelajaran dengan pendekatan *flipped classroom*, bahan ajar akan disampaikan kepada siswa secara daring untuk dipelajari mandiri sebelum pertemuan tatap muka di kelas. Bahan ajar tersebut harus dapat menjabarkan penjelasan mengenai materi pembelajaran yang harus dipahami siswa. Penyajian materi dalam bahan ajar dapat berupa teks, gambar, maupun video yang dikemas dalam suatu e-modul.

E-modul atau elektronik modul merupakan modul berbasis teknologi informasi dan komunikasi (TIK)[9]. E-modul bersifat interaktif dan lebih menarik dibandingkan modul cetak karena dapat memuat audio maupun video. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hidayati dkk., menunjukkan bahwa e-modul yang berorientasi *flipped classroom* dapat memenuhi kriteria karakteristik valid, praktis, dan efektif. Hasil validitas modul tersebut menunjukkan kriteria sangat valid setelah dilakukan validasi oleh validator media, materi, dan bahasa. Hasil praktikalitasnya juga menunjukkan kriteria sangat praktis setelah diterapkan pada mahasiswa[10]. Dengan demikian, penting untuk mengembangkan suatu e-modul yang mengintegrasikan tiga representasi, untuk memudahkan siswa memahami materi laju reaksi pada pelaksanaan pembelajaran dengan pendekatan *flipped classroom*.

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan e-modul materi laju reaksi berbasis multipel representasi dengan pendekatan *flipped classroom* sebagai fasilitas belajar mandiri siswa dan menguji kelayakan e-modul berdasarkan kevalidan dan respon keterbacannya.

## 2. Metode Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*research and development*) dengan model pengembangan 4D yang terdiri atas *define* (pendefinisian), *design*

(perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran). Namun, dalam penelitian ini tahap yang dilakukan hanya sampai tahap *development* karena keterbatasan waktu dan tenaga. E-modul divalidasi oleh tiga validator yang terdiri dari satu dosen pendidikan kimia dan dua guru kimia dengan instrumen lembar validasi. Uji respon keterbacaan dilakukan terhadap 32 siswa kelas XI MIPA 4 dari SMAN 1 Srengat tahun pelajaran 2020/2021 dengan menggunakan angket.

Teknik analisis data dari lembar validasi dan angket respon siswa menggunakan rumus berikut:

$$SA = \frac{\Sigma SP}{\Sigma SM} \times 100\%$$

Keterangan:

- SA : skor akhir (persentase kelayakan)  
 ΣSP : jumlah skor perolehan (jumlah keseluruhan jawaban responden)  
 ΣSM : jumlah skor maksimal (jumlah keseluruhan nilai ideal 1 item (skor jawaban tertinggi × jumlah butir instrumen × jumlah responden)[11].

Kategori penilaian untuk lembar validasi sesuai dengan Tabel 1.

**Tabel 1** Kategori Penilaian

Skor	Kategori
4	Sangat Baik
3	Baik
2	Kurang
1	Sangat Kurang

Sedangkan untuk angket respon siswa, keterangan respon penilaiannya sesuai dengan Tabel 2.

**Tabel 2** Keterangan Penilaian pada Angket Respon

Skor	Keterangan
4	Sangat Setuju
3	Setuju
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

Persentase perhitungan validitas e-modul dan respon angket yang diperoleh kemudian dicocokkan dengan kriteria pada Tabel 3[11]:

**Tabel 3** Konversi Tingkat Pencapaian

Tingkat Pencapaian	Kategori
85–100%	Sangat baik
75–84%	Baik
65–74%	Cukup
55–64%	Kurang
0–54%	Sangat kurang

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### a. Pengembangan Bahan Ajar E-Modul

##### 1) Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian terdiri dari lima langkah pokok yaitu (1) analisis *front-end*, (2) analisis siswa, (3) analisis tugas, (4) analisis konsep, dan (5) perumusan tujuan pembelajaran. Analisis *front-end* berupa studi literatur untuk menemukan masalah yang akan diteliti. Studi literatur dilakukan terhadap jurnal-jurnal pendidikan kimia.

Studi literatur menemukan bahwa *flipped classroom* merupakan pendekatan yang dirasa cukup efektif dan efisien karena tidak menyita banyak waktu untuk menjelaskan materi di dalam kelas dan lebih melibatkan siswa pada kegiatan interaktif di kelas. Selain itu, studi literatur juga dilakukan terhadap kesulitan yang dialami siswa dalam pembelajaran yaitu pada materi laju reaksi karena banyak melibatkan perhitungan matematis dan konsep yang abstrak.

Analisis siswa dilakukan melalui observasi kegiatan pembelajaran dan melakukan wawancara singkat dengan guru dan 5 siswa yang dipilih secara acak. Berdasarkan analisis ini didapatkan hasil bahwa pembelajaran di sekolah dilakukan dengan kombinasi daring dan luring. Pembelajaran luring hanya untuk siswa yang diberi izin oleh orang tua untuk datang ke sekolah, sedangkan pembelajaran daring diberlakukan untuk semua siswa.

Pembelajaran kimia dilakukan dengan penyampaian materi oleh guru melalui e-learning sekolah. Materi pembelajaran disampaikan dalam bentuk video. Soal-soal latihan dan tugas diberikan setelah penyampaian materi. Adapun untuk pembelajaran luring, sebagian siswa yang hadir

diberikan kebebasan untuk bertanya atau mendiskusikan materi-materi kimia yang belum dipahami ketika pembelajaran daring. Selain itu, pembelajaran luring lebih menekankan pada pengerjaan latihan-latihan soal.

Siswa cenderung kurang aktif ketika pembelajaran daring karena materi disampaikan oleh guru ketika jam pelajaran dimulai, sehingga siswa perlu waktu untuk memahami materi yang disampaikan tersebut. Faktor lain seperti ketersediaan dan kecepatan koneksi internet juga mempengaruhi proses akses materi karena materi memiliki format video yang cukup berat proses pemuatannya. Adapun pada pembelajaran luring, jam pelajaran hanya berlangsung singkat yaitu selama 45 menit sehingga penyampaian materi maupun diskusi materi menjadi kurang maksimal.

Analisis tugas dilakukan dengan menganalisis silabus yang memuat Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang selanjutnya dijadikan untuk acuan dalam merumuskan indikator. Adapun indikator yang dirumuskan sebagai berikut:

- Menjelaskan pengertian laju reaksi
- Menjelaskan terjadinya reaksi kimia berdasarkan konsep teori tumbukan.
- Menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi berdasarkan konsep teori tumbukan.
- Menganalisis hubungan laju reaksi dengan orde reaksi berdasarkan data hasil percobaan.

Analisis konsep adalah kegiatan menganalisis muatan materi yang akan dimuat dalam e-modul. Submateri yang disajikan dalam e-modul disesuaikan dengan hasil analisis tugas. Adapun hasil analisis tugas terdiri atas submateri sebagai berikut:

- Pengertian Laju Reaksi
- Teori Tumbukan
- Faktor-faktor yang Mempengaruhi Laju Reaksi
- Persamaan Laju dan Orde Reaksi

- e) Penentuan Laju Reaksi Berdasarkan Perubahan Suhu
- Perumusan tujuan pembelajaran didasarkan pada hasil analisis tugas. Tujuan pembelajaran dirumuskan dari indikator. Hasil rumusan tujuan pembelajaran yaitu:
- Siswa dapat menjelaskan pengertian laju reaksi dengan benar.
  - Siswa dapat menjelaskan terjadinya reaksi kimia berdasarkan konsep teori tumbukan dengan benar.
  - Siswa dapat menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi laju reaksi berdasarkan konsep teori tumbukan dengan benar.
  - Siswa dapat menganalisis hubungan laju reaksi dengan orde reaksi berdasarkan data hasil percobaan dengan tepat.

## 2) Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan terdiri atas empat langkah pokok yaitu (1) penyusunan standar tes, (2) pemilihan media, (3) pemilihan format, dan (4) rancangan awal. Penyusunan standar tes merupakan kegiatan menyusun soal-soal latihan dan evaluasi yang akan disajikan dalam e-modul. Setiap latihan soal disertai dengan kolom penilaian diri agar siswa dapat menilai sendiri sejauh mana pemahaman materinya. Bentuk soal yang disajikan terdiri dari soal pilihan ganda, pilihan berganda, isian singkat, uraian, dan menjodohkan.

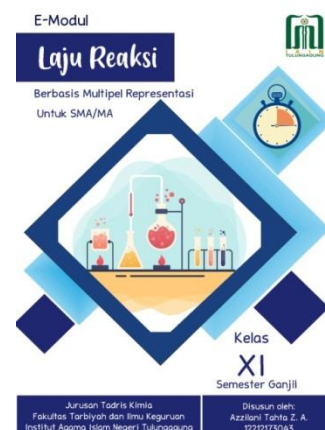
Pemilihan media adalah kegiatan memilah media berupa gambar-gambar yang disajikan dalam e-modul. Selain itu, juga disertakan link video yang berkaitan dengan materi sebagai referensi belajar tambahan bagi siswa.

Pemilihan format e-modul didasarkan atas pertimbangan kemudahan aksesnya sehingga format dokumen e-modul yang digunakan adalah PDF (*portable document format*). Format dokumen ini cukup ringan dan kompatibel dengan perangkat sistem operasi *windows*, *linux*, *Mac-OS*, dan *android* sehingga dapat diakses melalui komputer maupun *smartphone*.

Rancangan awal e-modul adalah *draft* e-modul sebelum divalidasi oleh validator. Secara keseluruhan rancangan awal e-modul terdiri dari 56 halaman dengan ukuran dokumen 2,16 MB. E-modul disajikan dalam ukuran kertas ISO B5. Jenis huruf yang digunakan untuk konten e-modul adalah *cambria*, sedangkan untuk halaman sampul menggunakan jenis huruf *friendly schoolmates* dan *arial*. Warna e-modul didominasi dengan kombinasi biru dan putih.

## 3) Tahap Pengembangan (*Develop*)

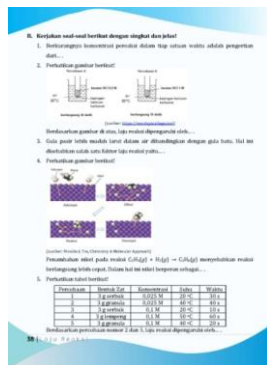
Tahap pengembangan merupakan tahap penyempurnaan dari rancangan awal yang telah divalidasi. Penilaian dan saran dari validator dijadikan pedoman dalam perbaikan e-modul untuk selanjutnya menjadi produk e-modul final.



Gambar 1 Cover E-Modul



Gambar 2 Penyajian Materi pada E-Modul



**Gambar 3** Soal-Soal Latihan pada E-Modul

b. Uji Kelayakan E-Modul

Uji kelayakan e-modul terdiri atas uji validitas oleh ahli dan uji respon keterbacaan oleh siswa.

1) Uji Validitas E-Modul

Uji validitas e-modul terdiri atas uji validitas materi dan validitas media. Validasi materi meliputi kelayakan isi, kelayakan penyajian, kesesuaian dan ketepatan penggunaan bahasa, serta penilaian terhadap penggunaan pendekatan *flipped classroom*. Validasi media meliputi penilaian terhadap ukuran e-modul, desain sampul, dan desain isi. Data hasil validasi terangkum sebagaimana pada Tabel 4 dan Tabel 5.

**Tabel 4** Hasil Validasi Materi

No.	Validator	Kelayakan Isi	Kelayakan Penyajian	Aspek Penilaian	
				Ketepatan dan Kesesuaian Penggunaan Bahasa	Penggunaan Pendekatan <i>Flipped Classroom</i>
1.	Validator 1 (dosen pendidikan kimia)	68	51	33	16
2.	Validator 2 (guru kimia)	71	55	42	19
3.	Validator 3 (guru kimia)	69	53	41	20
Total		208	159	116	55
Persentase Kelayakan (%)		91,23	94,64	87,88	91,67
Rata-Rata Persentase Kelayakan (%)				91,35	
Kategori				Sangat baik	

**Tabel 5** Hasil Validasi Media

No.	Validator	Ukuran	Aspek Penilaian	
			Desain Sampul	Desain Isi
1	Validator 1 (dosen pendidikan kimia)	8	35	68
2	Validator 2 (guru kimia)	8	29	76
3	Validator 3 (guru kimia)	6	34	80
Total		22	98	224
Persentase Kelayakan (%)		91,67	90,74	93,33
Rata-Rata Persentase Kelayakan (%)			91,91	
Kategori			Sangat baik	

Berdasarkan hasil analisis data validasi dari validator, e-modul yang dikembangkan memperoleh rata-rata persentase kelayakan dari aspek materi dan media secara berturut-turut sebesar 91,35% dan 91,91% yang termasuk pada kategori sangat baik. Selanjutnya dilakukan revisi sesuai dengan saran para validator. Pada tahapan berikutnya, e-modul tersebut diujikan keterbacaannya kepada siswa kelas XI SMA pada skala terbatas.

## 2) Tahap Uji Respon Keterbacaan

Tahap uji keterbacaan dilakukan dengan menyebarkan e-modul kepada siswa SMA dalam skala kecil. Sejumlah 32 siswa kelas XI MIPA 4 SMAN 1 Srengat tahun pelajaran 2020/2021 diminta untuk memberikan penilaian terhadap e-modul yang dikembangkan dengan menggunakan instrumen angket. Hasil pengisian angket respon siswa dapat dibaca pada Tabel 6.

**Tabel 6** Hasil Analisis Data Angket Respon Siswa

No.	Aspek Penilaian	Skor Total	Respon Keterbacaan (%)
1.	Aspek Tampilan	788	87,95
2.	Aspek Penyajian Materi	1050	82,03
3.	Aspek Manfaat	605	78,78
Rata-Rata Respon Keterbacaan (%)			82,92
Kategori			Baik

Berdasarkan hasil analisis angket respon siswa, e-modul yang dikembangkan ini memperoleh persentase rata-rata respon keterbacaan sebesar 82,92% termasuk pada kategori baik. Seperti halnya penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Abna Hidayati, Andra Saputra, dan Raimon Efendi mengenai pengembangan e-modul berorientasi strategi *flipped classroom* yang mendapatkan respon positif dari responden sehingga layak diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran[10]. Chung Kwan Lo dan Khe Foon Hew menjelaskan *flipped classroom* sebagai suatu pendekatan yang dapat

meningkatkan pembelajaran aktif dengan mengharuskan siswanya untuk memecahkan masalah menggunakan materi yang telah dipelajari sebelum kelas berlangsung. Pembelajaran *flipped classroom* yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu e-modul diberikan kepada siswa untuk dipergunakan sebagai fasilitas belajar sebelum kelas tatap muka berlangsung. Pembelajaran di kelas kemudian diarahkan untuk berdiskusi menjawab permasalahan-permasalahan yang ditemukan selama pembelajaran mandiri dan juga banyak berlatih soal[12].

## 4. Kesimpulan

E-Modul Kinetika Kimia Berbasis Multipel Representasi pada pendekatan pembelajaran *flipped classroom* dikembangkan dengan model 4D yang diringkas menjadi 3D. Tahapan yang dilakukan dalam pengembangan e-modul ini adalah pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), dan pengembangan (*develop*).

Uji kelayakan e-modul dilakukan dengan uji validitas dan uji respon keterbacaan. Validitas diuji berdasarkan muatan materi dan media oleh para validator yang terdiri atas dua guru pengampu mata pelajaran kimia dan satu dosen pendidikan kimia. Hasil uji validitas mendapatkan hasil rata-rata sebesar 91,35% untuk aspek materi dan 91,91% untuk aspek media. Hasil tersebut berada pada kategori

sangat baik yang berarti e-modul dapat dinyatakan valid.

Respon keterbacaan e-modul juga mendapatkan hasil yang baik yaitu dengan persentase 82,92%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul tersebut

### Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini melibatkan siswa kelas XI MIPA 4 SMAN 1 Srengat, Blitar sehingga peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak sekolah yang telah memberikan izin untuk

mendapat respon positif dari siswa. Dengan demikian, E-Modul Laju Reaksi Berbasis Multipel Representasi dengan Pendekatan *Flipped Classroom* telah layak dan dapat diaplikasikan dalam pembelajaran.

melakukan penelitian dan juga kepada siswa kelas XI MIPA 4 yang telah bersedia menjadi responden dalam pengisian angket.

### Daftar Pustaka

- [1] Erduran S, Bravo AA, Naaman RM. Developing epistemologically empowered teachers: examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. *Sci Educ* 2007; 16: 975–989.
- [2] Omwirhiren EM. Enhancing Academic Achievement and Retention in Senior Secondary School Chemistry through Discussion and Lecture Methods: A Case Study of Some Selected Secondary Schools in Gboko, Benue State, Nigeria. *J Educ Pract* 2015; 6: 155–161.
- [3] Herawati RF. Pembelajaran kimia berbasis multiple representasi ditinjau dari kemampuan awal terhadap prestasi belajar laju reaksi siswa sma negeri 1 karanganyar tahun pelajaran 2011/2012.
- [4] Sunyono S, Leny Y, Muslimin I. Efektivitas model pembelajaran berbasis multipel representasi dalam membangun model mental mahasiswa topik stoikiometri reaksi. *J Pendidik Progresif* 2013; 3: 65–79.
- [5] Bain K, Towns MH. A review of research on the teaching and learning of chemical kinetics. *Chem Educ Res Pract* 2016; 17: 246–262.
- [6] Gegios T, Salta K, Koinis S. Investigating high-school chemical kinetics: the Greek chemistry textbook and students' difficulties. *Chem Educ Res Pract* 2017; 18: 151–168.
- [7] Srinivasan S, Gibbons RE, Murphy KL, et al. Flipped classroom use in chemistry education: results from a survey of postsecondary faculty members. *Chem Educ Res Pract* 2018; 19: 1307–1318.
- [8] Heijstra TM, Sigurðardóttir MS. The flipped classroom: Does viewing the recordings matter? *Act Learn High Educ* 2018; 19: 211–223.
- [9] Suarsana IM. Pengembangan e-modul berorientasi pemecahan masalah untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. *JPI (Jurnal Pendidik Indones)*; 2.
- [10] Hidayati A, Saputra A, Efendi R. Development of E-Module Oriented Flipped Classroom Strategies in Computer Network Learning. *J RESTI (Rekayasa Sist Dan Teknol Informasi)* 2020; 4: 429–437.
- [11] Arikunto S. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- [12] Lo CK, Hew KF. A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: Possible solutions and recommendations for future research. *Res Pract Technol Enhanc Learn* 2017; 12: 1–22.