



Tersedia online di EDUSAINS
Website: <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/edusains>
EDUSAINS,14(1), 2022, 72-83



Research Artikel

PENGEMBANGAN *E*-LKPD BERBASIS PBL-MR MENGGUNAKAN APLIKASI *FLIP BUILDER* PADA MATERI BENTUK MOLEKUL DAN INTERAKSI ANTAR MOLEKUL

Besse Wahdatillah¹, Asmadi M. Noer^{2*}, Lenny Anwar S³

^{1,2,3} Program Studi Pascasarjana Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Riau, Indonesia

[*asmadi.m@lecturer.unri.ac.id](mailto:asmadi.m@lecturer.unri.ac.id)

Abstract

Molecular shapes and intermolecular interactions materials were quite difficult because it was related to abstract concept that must be presented with multiple representations, so it was necessary to procure PBL-MR (Problem Based Learning-Multiple Representation)-based teaching materials to present this concept in concrete way. This study aimed to develop student e-worksheet based on PBL-MR in molecular shape and intermolecular interactions materials using flip builder application. The method used is Research and Development (R & D), with the Plomp model. This method consisted of three phases, namely (a) preliminary research phase, (b) development phase and (c) assessment phase. Evaluation of the validation was carried out by 3 media experts and 3 material experts. 1-1 test which was assessed by 3 students from the SAF school in Pekanbaru. Small scale with users response to assess practicality by 3 teachers and 30 students from 3 schools, namely MP1, SP2 and SAF in Pekanbaru. The results showed that student e-worksheet was rated very valid with average percentages of material experts 93.83% and media experts 100%; test 1-1 got comments from students and improvement of questions in student e-worksheet; teacher and student responses got average percentages of 95.83% and 84.23% with very practical category. In conclusion, the student e-worksheet was very valid and very practical, so it was suitable for use in chemistry learning.

Keywords: *E-worksheet; PBL-Multiple representation; flip builder; intermolecular interaction.*

Abstrak

Materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul tergolong sulit karena terkait dengan konsep abstrak yang harus disajikan dengan multi representasi, sehingga perlu dilakukan pengadaan bahan ajar berbasis PBL-MR (*Problem Based Learning-Multiple Representation*) untuk menyajikan konsep ini secara konkret. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *e*-LKPD berbasis PBL-MR pada materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul menggunakan aplikasi *flip builder*. Metode yang digunakan adalah *Research and Development* (R & D), dengan model Plomp. Metode ini terdiri dari tiga fase, yaitu (a) fase penelitian pendahuluan, (b) fase pengembangan dan (c) fase penilaian. Penilaian validasi dilakukan oleh 3 orang ahli media dan 3 orang ahli materi. Uji 1-1 dinilai oleh 3 orang siswa dari sekolah SAF Pekanbaru. Uji skala kecil dengan respon pengguna untuk menilai kepraktisan oleh 3 orang guru dan 30 orang siswa dari 3 sekolah, yaitu MP1, SP2 dan SAF di Pekanbaru. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *e*-LKPD dinilai sangat valid dengan persentase rata-rata ahli materi 93,83% dan ahli media 100%; uji 1-1 mendapatkan komentar siswa dan perbaikan soal dalam *e*-LKPD; respon guru dan siswa memperoleh persentase rata-rata 95,83% dan 84,23% dengan kategori sangat praktis. Kesimpulannya, *e*-LKPD yang dikembangkan sangat valid dan sangat praktis sehingga layak digunakan dalam pembelajaran kimia.

Kata Kunci: *E-LKPD; PBL-Multiple representations, flip builder; interaksi antar molekul.*

Permalink/DOI: <http://doi.org/10.15408/es.v13i2.25658>

How To Cite: Wahdatillah, B., Noer, A.M., Anwar, S. L.. (2022). Pengembangan *E*-LKPD Berbasis PBL-MR Menggunakan Aplikasi *Flip Builder* Pada Materi Bentuk Molekul dan Interaksi Antar Molekul. *EDUSAINS*, 14 (1) : 72-83.

*Corresponding author

Received: 14 April 2022; Revised: 25 July 2022; Accepted: 12 August 2022

EDUSAINS, p-ISSN 1979-7281 e-ISSN 2443-1281

This is an open access article under CC-BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

PENDAHULUAN

Kimia sering kali dianggap materi yang sulit, hal ini disebabkan karena kimia terkait erat dengan konsep yang abstrak dan memerlukan visualisasi untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa dengan menghubungkan tiga multi representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik (Susilaningsih *et al.*, 2019). Tingkat makroskopis adalah fenomena kimia yang dapat dijangkau secara langsung oleh panca indera dan dapat diamati dalam kehidupan sehari-hari. Tingkat submikroskopis adalah fenomena kimia yang tidak dapat diamati secara langsung oleh panca indera, seperti elektron, molekul, dan atom. Sedangkan tingkat simbolik melibatkan penggunaan simbol, rumus, dan diagram (Indriyanti *et al.*, 2020; Sujak & Daniel, 2018). Kesulitan yang paling umum bagi siswa adalah memahami tingkat submikroskopik (Ahmar *et al.*, 2020; Susilaningsih *et al.*, 2019). Hal ini disebabkan karena siswa harus membayangkan konsep-konsep abstrak seperti konsep bentuk molekul (Sholehah & Azhar, 2019) dan interaksi antar molekul (Rantih *et al.*, 2019).

Hal ini sejalan dengan penelitian pendahuluan telah dilaksanakan untuk mengetahui kondisi proses pembelajaran kimia di sekolah. Pada penelitian pendahuluan dilakukan wawancara dengan guru kimia dan pemberian angket kepada siswa jenjang SMA/MA di sekolah MP1, SP2 dan SAF di Pekanbaru. Hasil wawancara guru menunjukkan bahwa penyajian materi kimia oleh guru pada umumnya menggunakan buku paket dan program *Power Point* (PPT) dan model pembelajaran yang sering kali digunakan guru adalah *inquiry learning* dan *discovery learning*. Namun bahan ajar dan model pembelajaran ini belum dapat membuat pembelajaran kimia menjadi menarik dan mudah dipahami oleh siswa. Hal ini juga sejalan dengan hasil angket siswa yang menganggap pelajaran kimia bersifat biasa-biasa saja dan cenderung kurang menarik. Hasil wawancara dengan guru kimia mengungkapkan bahwa konsep yang sulit diajarkan kepada siswa adalah bentuk molekul, Teori *Valence Shell Electron Pair Repulsion* (VSEPR), interaksi antar molekul dan kaitannya dengan sifat fisik zat. Ini sejalan dengan hasil angket siswa bahwa siswa

mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep tersebut.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan pengadaan bahan ajar kimia yang dapat memberikan media yang menggambarkan konsep-konsep ini secara konkret. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan adalah *e-LKPD* (Meutia *et al.*, 2021). *E-LKPD* yang dikembangkan dapat dibuat dalam bentuk *flip book* menggunakan suatu program aplikasi. Salah satunya adalah *flip builder*. Aplikasi ini memiliki kelebihan, yaitu pengguna dapat menambahkan multimedia berupa audio, musik, animasi, video dan *hyperlink* pada bahan ajar. Selain itu, publikasi dapat dilakukan dengan banyak opsi selain berbasis *flash player*, seperti *html* dan *exe* yang dapat diakses baik *offline* maupun *online* (Yunianto *et al.*, 2019). Aplikasi *flip builder* yang juga dikenal dengan *flip PDF Professional* telah banyak digunakan dalam pengembangan bahan ajar elektronik (Yunianto *et al.*, 2019), *e-modul* (Seruni *et al.*, 2019), dan lain sebagainya. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, bahan ajar elektronik yang dihasilkan layak digunakan dalam pembelajaran.

E-LKPD yang dikembangkan dengan aplikasi *flip builder* dapat diintegrasikan dengan pendekatan pembelajaran yang memadukan hubungan antar tiga level multi representasi, agar penjelasan materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul menjadi lebih mudah dipahami dan lebih bermakna bagi siswa. Pembelajaran yang bermakna tidak cukup jika guru hanya menggunakan satu representasi untuk menyampaikan semua informasi yang diperlukan, misalnya hanya menggunakan representasi simbolik saja tanpa mengaitkan representasi makroskopik dan submikroskopiknya sehingga siswa tidak memahami materi secara utuh. Oleh sebab itu multi representasi harus digunakan (Alighiri *et al.*, 2018). Salah satu model pembelajaran yang dapat diaplikasikan dengan berorientasi pada multi representasi adalah PBL (*Problem Based Learning*) (Khoiriyah *et al.*, 2015). PBL adalah model pembelajaran yang berfokus pada masalah yang terkait dengan materi, sehingga jika PBL diintegrasikan dengan multi representasi, maka penyajian masalah dalam *e-LKPD* menggunakan tiga level multi representasi

(Arifiyanti, 2019). Oleh sebab itu, dipilihlah model *Problem Based Learning-Multiple Representations* (PBL-MR) yang akan diterapkan pada *e-LKPD*

E-LKPD berbasis PBL-MR menekankan pada penyajian materi dengan suatu masalah dimana siswa akan dihadapkan pada fenomena konkret di awal pembelajaran, yakni masalah yang sering ditemui di keseharian dan fenomena nyata yang disajikan dengan lebih dari satu representasi, misalnya, dijelaskan dengan kata-kata diikuti dengan sajian gambar atau video (Wela *et al*, 2020). Multi representasi akan membantu siswa lebih memahami masalah sehingga lebih mudah untuk menyelesaikan masalah tersebut (Sari & Seprianto, 2018).

Hasil kajian pustaka dari beberapa penelitian relevan, yaitu di antaranya, pengembangan LKPD berbasis multi representasi (MR) pada materi hukum dasar kimia (Noor *et al*, 2019); pengembangan *e-LKPD* berbasis PBL pada materi laju reaksi (Suarningtyas & Hidayah, 2022); dan pengembangan *e-LKPD* berbasis MR pada materi faktor-faktor yang mempengaruhi laju reaksi (Meutia *et al*, 2021). Namun, belum ada penelitian tentang pengembangan *e-LKPD* menggunakan aplikasi *flip builder* yang menggabungkan model PBL-MR untuk materi bentuk molekul dan interaksi molekul yang dapat dijadikan solusi pada masalah yang ditemukan pada penelitian pendahuluan.

Berdasarkan uraian yang dikemukakan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian pengembangan *e-LKPD* berbasis PBL-MR menggunakan aplikasi *flip builder* pada materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan atau *Research and Development* (R & D), yaitu jenis penelitian yang menghasilkan produk dan dalam penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk bahan ajar *e-LKPD* berbasis PBL-MR pada materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul. Adapun metode pengembangan yang digunakan adalah model Plomp yang terdiri dari 3 fase, yaitu: (1) fase penelitian pendahuluan;

(2) fase pengembangan; dan (3) fase penilaian (Plomp & Nieveen, 2013).

Fase pertama, yaitu fase penelitian pendahuluan yang terdiri dari: (a) analisis ujung depan; (b) analisis siswa; (c) analisis materi; dan (d) analisis kurikulum. Analisis ujung depan dilakukan melalui wawancara dengan 3 guru kimia dari sekolah MP1, SP2 dan SAF di Pekanbaru. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui bahan ajar dan strategi pembelajaran diterapkan guru di sekolah. Analisis siswa dilakukan dengan pemberian angket kepada 30 orang siswa dengan masing-masing 10 orang dari 3 sekolah tersebut. Analisis siswa bertujuan untuk menelaah pendapat dan kesulitan siswa selama proses pembelajaran kimia. Analisis kurikulum bertujuan untuk melakukan peninjauan terhadap kurikulum yang digunakan sekolah. Analisis materi dilakukan untuk menelaah konsep-konsep materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul.

Fase kedua, yaitu fase pengembangan bertujuan untuk menghasilkan prototipe *e-LKPD*. Tahap ini diawali dengan membuat desain isi dan desain tampilan *e-LKPD* sesuai dengan temuan pada fase penelitian pendahuluan. Selanjutnya, dilakukan konstruksi produk atau pembuatan *e-LKPD* menggunakan aplikasi pendukung yaitu *microsoft publisher* dan aplikasi utama, yaitu *flip builder*.

Fase ketiga, yaitu fase penilaian berupa validasi, uji 1-1, uji coba skala kecil dan uji coba skala besar. Validasi bertujuan untuk menilai *e-LKPD* berdasarkan aspek materi dan media. Validasi materi dan media dilakukan dua kali agar diperoleh *e-LKPD* yang lebih baik lagi. Uji 1-1 terdiri dari data kualitatif yang bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai komponen-komponen *e-LKPD* yang harus diperbaiki berdasarkan komentar siswa dan data kuantitatif berupa hasil pengerjaan tugas oleh siswa. Uji skala kecil dilakukan untuk memperoleh respon pengguna yang bertujuan untuk menentukan kepraktisan *e-LKPD*. Uji coba skala besar adalah eksplorasi dan penilaian yang mendalam tentang keefektifan *e-LKPD*. Namun pada penelitian ini dibatasi pada uji coba skala kecil (Adawiyah *et al*, 2021).

Validasi merupakan penilaian yang dilakukan oleh 3 orang ahli materi dan 3 orang ahli media. Subjek uji 1-1 melibatkan 3 orang siswa kelas XI IPA yang sudah mempelajari materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul dari sekolah SAF di Pekanbaru yang memiliki kemampuan akademik yang berbeda, yaitu tinggi, rendah dan sedang. Subjek uji coba skala kecil pada penilaian respon pengguna adalah 3 orang guru kimia dan 30 orang siswa dengan masing-masing 10 orang siswa dari sekolah MP1, SP2 dan SAF di Pekanbaru yang menilai tingkat kepraktisan *e-LKPD*.

Teknik pengumpulan data adalah wawancara guru dan angket siswa yang diperoleh pada fase penelitian pendahuluan. Lembar validasi diperoleh pada fase penilaian validasi yang diberikan kepada ahli materi dan ahli media. Wawancara siswa dan hasil pengerjaan tugas oleh siswa diperoleh pada fase penilaian uji 1-1. Angket respon pengguna diperoleh pada fase penilaian yang diberikan kepada pengguna, yaitu guru dan siswa untuk menilai kepraktisan.

Lembar validasi dan angket menggunakan teknik analisis data skala *likert* 1-4. Kriteria penilaian skala *likert* 1-4 diberikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Penilaian Skala Likert

Skala Penilaian	Kriteria
4	SB : Sangat Baik
3	B : Baik
2	C : Cukup
1	TB : Tidak Baik

(Sugiyono, 2017)

Hasil penilaian skala *likert* dihitung persentase rata-rata tiap komponen dengan menggunakan rumus berikut.

$$P = \frac{\sum X}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P : Persentase skor (dibulatkan)

 $\sum X$: Jumlah nilai jawaban responden dalam satu item $\sum xi$: Jumlah skor ideal dalam satu item

Hasil persentase rata-rata dari angket validasi diubah ke bentuk data kualitatif untuk menentukan kriteria kevalidan *e-LKPD* yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria Kevalidan

Persentase (%)	Kriteria
81-100	Sangat layak/sangat valid/tidak perlu direvisi
61-80	Layak/valid/tidak perlu revisi
41-60	Kurang layak/tidak valid/perlu revisi
21-40	Tidak layak/tidak valid/perlu revisi
< 20	Sangat tidak layak/sangat tidak valid/perlu revisi

(Arikunto, 2013)

Uji 1-1 diperoleh data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif melalui wawancara untuk mendapatkan komentar siswa mengenai *e-LKPD*. Data kuantitatif berupa jumlah soal pada kegiatan pembelajaran dan evaluasi *e-LKPD* yang dapat dikerjakan oleh siswa. Selanjutnya, uji coba skala kecil, yaitu angket respon pengguna, yaitu guru dan siswa dihitung persentase rata-ratanya dan diubah ke bentuk data kualitatif untuk menentukan kriteria kepraktisan *e-LKPD* yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kriteria Kepraktisan

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

(Pradilasari *et al*, 2019)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fase Penelitian Pendahuluan

Fase penelitian pendahuluan dilakukan dengan beberapa analisis, yaitu ujung depan, siswa, kurikulum dan materi. Analisis ujung depan diperoleh data hasil wawancara dengan 3 guru kimia dengan informasi bahwa pelajaran kimia seringkali dipandang sebagai mata pelajaran yang sulit dan kurang menarik. Selain itu, konsep materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul yang sulit diajarkan kepada siswa adalah konsep bentuk molekul, teori *Valence Shell Electron Pair Repulsion* (VSEPR), interaksi antar partikel dan kaitan interaksi antar molekul dengan sifat fisik zat.

Hasil wawancara guru juga diperoleh informasi bahwa pemberian materi kimia pada umumnya menggunakan buku paket dan program *Power Point* (PPT). Artinya guru sudah mulai mengintegrasikan teknologi dengan bahan ajar. Hal ini memudahkan peneliti dalam melibatkan guru dan siswa dalam tahap penilaian *e-LKPD*. Adapun

model pembelajaran yang sering guru gunakan, di antaranya adalah *inquiry learning* dan *discovery learning*. Namun bahan ajar dan model pembelajaran yang ini belum dapat membuat siswa tertarik dalam mempelajari kimia.

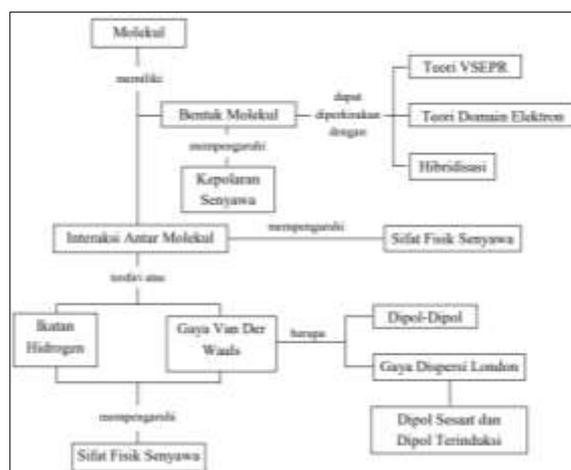
Analisis siswa dilakukan dengan pemberian angket. Hasil angket menunjukkan bahwa kebanyakan siswa menganggap kimia sebagai pembelajaran yang biasa-biasa saja (57,1%). Selain itu, siswa kesulitan memahami konsep-konsep bentuk molekul (28,6%), interaksi antar molekul (40,5%) dan kaitannya dengan sifat fisik senyawa (28,6%). Analisis kurikulum dilakukan melalui wawancara kepada guru kimia terkait kurikulum yang digunakan di sekolah, yaitu Kurikulum 2013. Selain itu, berdasarkan wawancara dan angket siswa juga diketahui bahwa konsep-konsep yang sulit diajarkan oleh guru dan sulit dipahami oleh siswa masuk ke dalam Kompetensi Dasar (KD) 3.6; 3.7; 4.6; dan 4.7 pada silabus kimia materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul di SMA/MA kelas X. Berdasarkan KD tersebut maka diperoleh pula Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK), tujuan pembelajaran dan indikator soal yang diterapkan pada kegiatan pembelajaran dan evaluasi dalam *e-LKPD*. Adapun indikator soal yang diterapkan pada kegiatan pembelajaran dan evaluasi dalam *e-LKPD* dapat dilihat pada Tabel 4.

Selanjutnya, analisis materi dilakukan dengan menelaah konsep-konsep materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul dari sumber-sumber relevan berupa buku kimia SMA/MA dan buku kimia universitas. Berdasarkan analisis materi, dibuatlah peta konsep materi yang akan dimasukkan dan dielaborasi lebih lanjut dalam *e-LKPD* yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 4. Indikator Soal pada Kegiatan Pembelajaran dan Evaluasi dalam *E-LKPD*

No.	Indikator Soal pada Kegiatan Pembelajaran dan Evaluasi
1.	Siswa dapat menjelaskan teori VSEPR dan domain elektron dengan benar
2.	Siswa dapat menjelaskan teori hibridisasi dengan benar
3.	Siswa dapat menerapkan teori VSEPR dan domain elektron dalam menentukan bentuk molekul.
4.	Siswa dapat menganalisis penyebab bentuk molekul dapat berbeda berdasarkan teori VSEPR dan domain elektron dengan benar
5.	Siswa dapat menentukan orbital hibrida suatu molekul

- Siswa dapat menganalisis hubungan bentuk molekul dengan orbital hibrida atom pusat suatu molekul
- Siswa dapat membuat model bentuk molekul menggunakan *Phet Simulations* dengan benar
- Siswa dapat menjelaskan interaksi antar ion, atom dan molekul dengan benar
- Siswa dapat menganalisis interaksi antar molekul dalam kehidupan sehari-hari dengan benar
- Siswa dapat mengelompokkan senyawa berdasarkan interaksi antar molekulnya
- Siswa dapat menganalisis hubungan antara interaksi antar molekul dengan sifat fisik zat.
- Siswa dapat menganalisis penyebab perbedaan sifat fisik zat terkait dengan interaksi antar molekulnya dengan benar.
- Siswa dapat menerapkan prinsip interaksi antar molekul dalam menjelaskan sifat-sifat fisik zat



Gambar 1. Peta Konsep Materi

Pelajaran kimia seringkali dipandang sulit karena bersifat abstrak dan terkait dengan multi representasi, yaitu level makroskopik, submikroskopik dan simbolik (Tima & Sutrisno, 2018). Selain itu, kimia juga dianggap sebagai pembelajaran yang kurang menarik. Kurangnya ketertarikan siswa terhadap kimia dapat disebabkan beberapa faktor diantaranya metode yang digunakan guru pada proses pembelajaran yang kurang sesuai dengan metode yang disukai siswa (Priliyanti *et al*, 2021). Berdasarkan hasil wawancara dan angket siswa, konsep bentuk molekul, interaksi antar molekul dan kaitan interaksi antar molekul dengan sifat fisik senyawa dianggap sulit diajarkan oleh guru dan sulit dipahami oleh siswa. Hal ini disebabkan karena konsep-konsep tersebut sangat terkait dengan representasi submikroskopik (Sholehah & Azhar, 2019; Rantih *et al*, 2019). Menurut Jhonstone dalam Tima & Sutrisno (2018), level submikroskopik menggambarkan proses yang terjadi pada tingkat partikel atom atau molekul,

sehingga bersifat abstrak. Pembelajaran di sekolah umumnya jarang mengungkapkan aspek submikroskopik sehingga banyak siswa yang tidak memahami konsep kimia secara utuh. Oleh sebab itu dibutuhkan bahan ajar yang dapat menyediakan media yang dapat menggambarkan level submakroskopik secara konkret (Meutia *et al*, 2021). Untuk menggambarkan konsep yang abstrak dapat dilakukan dengan mengintegrasikan teknologi dengan bahan ajar yang dapat memuat multimedia seperti tayangan video, simulasi dan permodelan yang dapat memvisualisasikan secara 3D representasi submikroskopik (Sholehah & Azhar, 2019). Menurut Syahri *et.al* (2021), adanya bahan ajar yang terintegrasi teknologi dan menyajikan multi representasi melalui multimedia, maka proses pembelajaran diharapkan menjadi lebih efektif dan efisien.

Berdasarkan penjelasan tersebut, peneliti menawarkan solusi berupa *e-LKPD* berbasis *Problem Based Learning-Multiple Representations* (PBL-MR) yang dikembangkan dengan aplikasi *flip builder* yang dapat digunakan dalam pembelajaran kimia, khususnya pada materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul. Kegiatan pembelajaran dalam *e-LKPD* dapat menambah lebih banyak aktivitas siswa, sehingga akan menstimulus mereka untuk lebih aktif selama proses pembelajaran dan menjadikan pembelajaran lebih bermakna (Lathifah *et al*, 2021). Selain itu, *e-LKPD* yang dikembangkan dengan aplikasi *flip builder* membuat bahan ajar elektronik ini bersifat fleksibel, mudah digunakan dimanapun dan kapanpun, baik dengan PC/laptop atau *smartphone* (Yunianto *et al*, 2019).

Berdasarkan hasil wawancara, guru belum pernah menggunakan model PBL-MR dalam kegiatan pembelajaran. Penerapan model pembelajaran PBL yang terintegrasi multi representasi dalam bahan ajar diketahui memiliki kontribusi positif terhadap hasil belajar (Arifiyanti, 2019); pemahaman konsep (Simanjuntak *et al*, 2021; Alighiri *et al*, 2018), keterampilan komunikasi sains (Yakob *et al*, 2018) dan keterampilan proses sains (Mutia & Prasetyo, 2018).

Fase Pengembangan

Fase pengembangan diawali dengan membuat desain *e-LKPD* sesuai dengan temuan pada fase penelitian pendahuluan, yaitu desain isi dan desain tampilan. Selanjutnya, dilakukan konstruksi produk atau pembuatan *e-LKPD* berdasarkan desain yang telah dibuat. Desain isi *e-LKPD* mengacu pada peta konsep yang dijabarkan pada tahap analisis materi. Isi dari *e-LKPD* diambil dari sumber-sumber, yaitu buku kimia SMA/MA, buku kimia perguruan tinggi dan internet yang relevan dengan materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul. Kegiatan pembelajaran yang disusun dalam *e-LKPD* mengacu pada aspek PBL-MR yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Sintak-Sintak model PBL-MR

No.	Sintak-Sintak PBL-MR
1.	Orientasi siswa pada masalah yang memuat aspek multi representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik.
2.	Mengorganisasi siswa untuk belajar
3.	Membimbing siswa secara individual maupun kelompok dalam menemukan konsep
4.	Mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya atau pekerjaan kelompok
5.	Mengevaluasi proses pemecahan masalah yang disajikan dalam bentuk multi representasi.

(Khoiriyah *et al*, 2015)

Desain tampilan *e-LKPD* berupa (1) desain sampul dan (2) isi yang terdiri dari pendahuluan, inti, dan penutup. Bagian pendahuluan terdiri dari; (a) kata pengantar; (b) tim penyusun; (c) daftar isi; (d) petunjuk penggunaan *e-LKPD*; (e) petunjuk pengerjaan *e-LKPD*; (f) kompetensi inti; (g) kompetensi dasar; (h) peta konsep. Bagian inti adalah 4 *e-LKPD* sesuai dengan materi yang akan diajarkan. Urutan tampilan pada *e-LKPD* 1-4 terdiri dari: (1) halaman sampul; (2) IPK dan tujuan pembelajaran; (3) kegiatan siswa; (5) ringkasan materi; (6) evaluasi. Bagian penutup adalah daftar pustaka yang menjadi rujukan materi pada *e-LKPD*.

Tahap pengembangan selanjutnya adalah tahap konstruksi produk atau pembuatan *e-LKPD*. Pembuatan *e-LKPD* dilakukan sesuai dengan susunan desain isi dan tampilan menggunakan aplikasi pendukung, yaitu *microsoft publisher*, kemudian file akan disimpan dalam format PDF. File PDF yang dihasilkan dikombinasikan dengan konten multimedia (video, audio, gambar, dan *link*) menggunakan aplikasi *flip builder*, lalu dipublikasi dalam format HTML. Pada tahap ini dihasilkan

prototipe *e*-LKPD yang akan masuk ke dalam fase penilaian.

Fase Penilaian

Penilaian validasi terdiri dari validasi materi dan media. Adapun validasi materi dinilai berdasarkan 4 aspek, yaitu isi, pedagogik, bahasa dan kegrafikan. Hasil persentase masing-masing aspek dan persentase rata-rata validasi materi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Validasi Ahli Materi

No.	Aspek yang dinilai	Persentase (%)	
		Validasi I	Validasi II
1	Isi	69,23	92,31
2	Pedagogik	78	96,21
3	Bahasa	75	89,58
4	Kegrafikan	72,22	97,22
Rata-rata		73,61	93,83

Berdasarkan Tabel 6, tahap validasi materi dilakukan dua kali. Pada validasi pertama diperoleh persentase rata-rata dari ke-4 aspek sebesar 73,61% dengan kategori valid. Meskipun telah diperoleh hasil yang valid, namun pada validasi pertama diperoleh pula saran dari validator materi untuk perbaikan *e*-LKPD, sehingga dilakukan revisi dan validasi kedua guna diperoleh *e*-LKPD yang lebih baik lagi. Setelah revisi dilakukan, maka pada validasi kedua persentase rata-rata naik menjadi 93,83% dengan kategori sangat valid.

Salah satu saran perbaikan oleh ahli materi pada aspek isi, yaitu mengganti gambar agar tidak menyebabkan miskonsepsi, yaitu gambar tabung gas amonia (NH₃) dengan keterangan gas tidak berwarna dan berbau yang dinilai tidak relevan sebagai representasi makroskopis dan dapat menyebabkan miskonsepsi, sehingga dilakukan revisi dengan mengganti gambar tabung gas amonia menjadi gambar urin dengan keterangan di bawahnya bahwa gas NH₃ merupakan hasil penguraian urea dalam urin yang dilepaskan menjadi gas CO₂ dan NH₃ yang berbau khas. Adapun saran ahli materi dapat dilihat pada Gambar 2 dan Revisi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1.1. Prediksi beberapa bentuk molekul

LEVEL MAKROSKOPIK	LEVEL SIMBOLIK	LEVEL SUB-MIKROSKOPIK			
		Bentuk Molekul	Tipe Molekul AX _n E _m		
 Wujud & Bau Gas tidak berwarna & berbau khas.	Rumus Senyawa NH ₃	Jumlah PEI -----	Jumlah PEB -----	Tipe Molekul AX _n E _m -----	Bentuk Molekul -----

Gambar 2. Tampilan sebelum revisi.

Tabel 1.1. Prediksi beberapa bentuk molekul

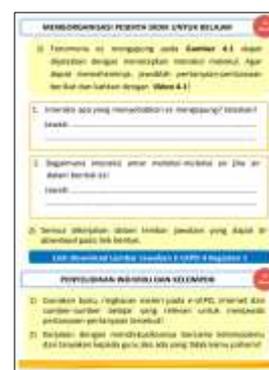
LEVEL MAKROSKOPIK	LEVEL SIMBOLIK	LEVEL SUB-MIKROSKOPIK			
		Bentuk Molekul	Tipe Molekul AX _n E _m		
 Kegunaan/Wujud/Bau NH ₃ adalah gas tidak berwarna dan berbau khas menyengat. NH ₃ terdapat dalam urin dan baunya berasal dari hasil penguraian urea menjadi CO ₂ dan NH ₃ .	Rumus Senyawa NH ₃	Jumlah PEI -----	Jumlah PEB -----	Tipe Molekul AX _n E _m -----	Bentuk Molekul -----

Gambar 3. Tampilan setelah revisi.

Penerapan model PBL-MR pada *e*-LKPD berisi sejumlah kegiatan pembelajaran yang melibatkan multi representasi. Validator materi menilai sintak-sintak PBL-MR pada *e*-LKPD sudah lengkap, yaitu (1) orientasi siswa pada masalah yang memuat aspek multi representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik dan simbolik; (2) mengorganisasi siswa untuk belajar; (3) membimbing siswa secara individual maupun kelompok dalam menemukan konsep; (4) mengembangkan dan mempresentasikan hasil karya atau pekerjaan kelompok; dan (5) mengevaluasi proses pemecahan masalah yang disajikan dalam bentuk multi representasi. Adapun beberapa tampilan *e*-LKPD yang memuat sintak-sintak model PBL-MR dapat dilihat pada Gambar 4.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Tampilan e-LKPD yang memuat sintak PBL-MR: yaitu (a) orientasi siswa pada masalah (multi representasi); (b) mengorganisasi siswa untuk belajar serta penyelidikan individu dan kelompok; (c) penyajian hasil karya serta analisis dan evaluasi pemecahan masalah.

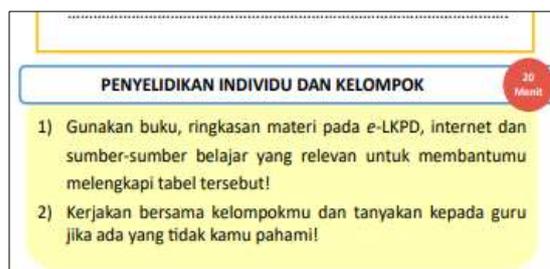
Adapun validasi media dinilai berdasarkan 3 aspek, yaitu ukuran, desain sampul dan desain isi e-LKPD. Hasil penilaian validasi media dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Validasi Ahli Media

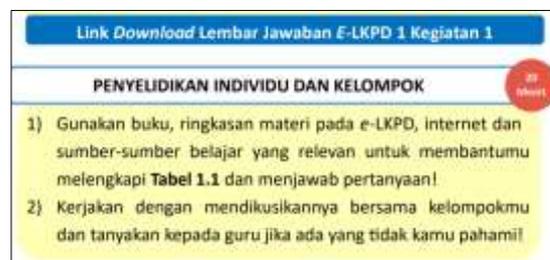
No.	Aspek yang dinilai	Persentase (%)	
		Validasi I	Validasi II
1	Ukuran e-LKPD	100	100
2.	Desain sampul e-LKPD	85,41	100
3.	Desain isi e-LKPD	93,18	100
Rata-rata		93	100

Berdasarkan Tabel 7, validasi media dilakukan dua kali guna mendapatkan e-LKPD yang lebih baik lagi. Pada validasi media pertama diperoleh persentase rata-rata dari ke-3 aspek sebesar 93% dengan kategori sangat valid, kemudian dilakukan revisi dan validasi kedua naik menjadi persentase 100% dengan kategori sangat valid.

Salah satu saran validator media pada aspek desain isi e-LKPD, yaitu menambahkan lembar jawaban yang dapat diunduh oleh siswa sebelum penyelidikan individu dan kelompok dapat dilihat pada Gambar 5 dan revisi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Tampilan sebelum revisi.



Gambar 6. Tampilan setelah revisi.

Selanjutnya adalah uji 1-1 yang dilakukan di kelas XI IPA di sekolah SAF di Pekanbaru yang melibatkan 3 orang siswa yang memiliki kemampuan yang berbeda yaitu tinggi, sedang dan rendah. Informasi mengenai 3 orang siswa yang memiliki tingkat kemampuan akademik ini diperoleh dari guru dengan melihat nilai ulangan harian siswa.

Data uji 1-1 diperoleh data kualitatif melalui wawancara untuk mendapatkan komentar, saran dan masukan dari 3 orang siswa. Siswa memberikan komentar yang positif bahwa e-LKPD dapat membuat siswa lebih tertarik, termotivasi dalam belajar dan tidak cepat bosan mengikuti pembelajaran karena e-LKPD memiliki tampilan yang menarik, unik dan mudah untuk digunakan. Hal serupa juga disampaikan oleh Iswandari *et.al* (2020) bahwa bahan ajar yang menarik dapat membuat siswa lebih berminat dan termotivasi dalam mengikuti pembelajaran. Uji 1-1 juga diperoleh data kuantitatif dimana siswa diarahkan untuk mengerjakan soal-soal yang ada pada pada kegiatan Pembelajaran dan evaluasi dalam e-LKPD. Hasil pengerjaan tugas oleh 3 siswa berdasarkan indikator soal (Tabel 5) dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengerjaan Tugas dalam E-LKPD oleh 3 Siswa pada Uji 1-1

Indikator Soal	Skor Siswa pada Uji 1-1		
	Tinggi	Sedang	Rendah
Jumlah	12	7	5

Berdasarkan Tabel 8, siswa dengan kemampuan akademik tinggi dapat menyelesaikan 12 indikator soal dan siswa dengan kemampuan akademik sedang dapat menyelesaikan 7 indikator soal, sedangkan siswa dengan kemampuan akademik rendah hanya dapat menyelesaikan 5 indikator soal. Menurut Ristiyani & Bahriah (2016), perbedaan signifikan hasil belajar antara siswa berkemampuan tinggi, sedang dan rendah dapat disebabkan oleh faktor eksternal dan internal. Faktor internal, seperti fisiologis (jasmani/panca indera), psikologi, aspek sosial dan faktor eksternal seperti sarana dan prasarana, metode belajar, dan guru. Siswa dengan kemampuan akademik tinggi dan rendah memiliki kesiapan fisiologi, psikologi dan pemahaman kimia yang lebih baik dibandingkan siswa dengan kemampuan akademik rendah. Siswa berkemampuan rendah kebanyakan mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep kimia yang abstrak. Selain itu, menurut Dawati *et,al* (2018) kesulitan siswa dalam mengerjakan tugas diantaranya adalah tingginya tingkat abstraksi konsep yang terdapat pada materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul, selain itu siswa harus sudah menguasai materi ikatan kimia sebelum mempelajari materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul. Penyebab lainnya adalah materi ini mengandung multi representasi yaitu makroskopis, submikroskopis dan simbolik. Terkadang siswa merasa kesulitan untuk menghubungkan ketiga level tersebut.

Selain itu, terdapat soal yang sama sekali tidak dapat dijawab dengan benar oleh ke-3 siswa. Adapun indikator soal tersebut, yaitu siswa dapat menganalisis interaksi antar molekul dalam kehidupan sehari-hari dengan benar. Siswa kesulitan dalam menjawab soal yang diberikan pada *e-LKPD*. Soal tersebut adalah tentang ikatan hidrogen dalam air yang sudah membeku menjadi es yang dapat ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

Kesulitan siswa dalam menjawab pertanyaan tersebut disebabkan karena narasi soal yang kurang jelas menanyakan tentang ikatan hidrogen dalam air yang sudah membeku menjadi es sehingga siswa tidak mengerti perintah pada soal. Sejalan pendapat Marimar *et.al* (2021) bahwa salah satu alasan siswa sulit menjawab soal kimia karena kesalahan dalam memahami maksud soal tersebut. Oleh sebab itu,

dilakukan perbaikan dengan mengganti narasi soal menjadi lebih spesifik agar siswa dapat memahami soal dengan baik sehingga dapat menjawabnya dengan baik pula. Perbaikan soal dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Narasi Soal Sebelum dan Setelah Perbaikan pada Uji 1-1

Perbaikan Narasi Soal	
Sebelum uji 1-1:	2) Gambarkan interaksi yang terjadi pada saat air berada dalam bentuk cair, padat dan gas!
Setelah uji 1-1:	2) Bagaimana interaksi antar molekul-molekul air jika air dalam bentuk es!

Selain perbaikan soal, penjelasan mengenai ikatan hidrogen pada es juga ditambahkan pada *e-LKPD*, yaitu air dalam keadaan padat/es berbeda dengan molekul air dalam keadaan cair dan gas. Jika air terpapar suhu rendah, maka energi kinetik molekul air akan turun, sehingga pergerakan molekul air menjadi terbatas. Ikatan hidrogen akan memegang molekul-molekul air dalam struktur yang kaku membentuk kristal es, tetapi merenggang. Ini menyebabkan es memiliki kerapatan lebih rendah dibandingkan air, sehingga es akan mengapung di atas permukaan air (Petrucci *et al*, 2011). Menurut Vinsiah & Fadhillah (2018), fenomena submikroskopik seperti ikatan hidrogen membutuhkan instrumen untuk memvisualisasikan karena tidak dapat dijangkau oleh panca indera secara langsung, sehingga sulit dipahami jika tidak diberikan media yang dapat menggambarkannya secara konkret. Oleh sebab itu, dalam *e-LKPD* diberikan pula video 3D yang dapat memvisualisasikan ikatan hidrogen pada es. Penjelasan dan video 3D ini tidak diberikan pada buku yang digunakan di sekolah, sehingga dengan adanya *e-LKPD* ini maka dapat membantu siswa untuk lebih memahami konsep tersebut.

Selanjutnya adalah tahapan uji skala kecil dengan memperoleh data angket respon pengguna yaitu guru dan siswa untuk menilai kepraktisan *e-LKPD*. Data angket respon oleh 3 guru dapat dilihat pada Tabel 10. Berdasarkan Tabel 10, respon guru terhadap *e-LKPD* memperoleh persentase rata-rata sebesar 96,76% dengan kriteria sangat praktis. Hasil penilaian respon guru ini sejalan dengan penelitian Adawiyah *et.al* (2021) yang memperoleh

hasil penilaian respon guru dengan persentase rata-rata 94% dengan kriteria sangat praktis.

Tabel 10. Data Angket Respon Guru

Responden	Persentase (%)
Guru 1	98,61
Guru 2	93,06
Guru 3	98,61
Rata-rata	96,76

Selanjutnya data angket respon siswa dari 3 sekolah dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Data Angket Respon Siswa

Sekolah	Persentase (%)
MP1	82,68
SP2	88,93
SAF	81,07
Rata-rata	84,23

Berdasarkan Tabel 11, hasil respon siswa terhadap *e*-LKPD memperoleh persentase rata-rata sebesar 84,23% dengan kriteria sangat praktis. Hasil penilaian respon siswa ini sejalan dengan penelitian Winarni *et.al* (2018) yang memperoleh hasil penilaian respon siswa dengan persentase rata-rata 83,33% dengan kriteria sangat praktis.

Hasil penilaian respon pengguna mengindikasikan bahwa guru dan siswa menilai *e*-LKPD sangat mudah digunakan, penyajian materi dan kegiatan pembelajaran sistematis serta sesuai dengan indikator dan tujuan pembelajaran. Setelah melewati tahap penilaian kemudian dilakukan perbaikan, maka dihasilkanlah prototipe final *e*-LKPD berbasis PBL-MR materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul yang sangat valid dan sangat praktis serta dapat digunakan dalam pembelajaran kimia.

PENUTUP

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa *e*-LKPD berbasis PBL-MR pada materi bentuk molekul dan interaksi antar molekul yang telah dikembangkan menggunakan aplikasi *flip builder* dinilai sangat valid berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media. Uji 1-1 mendapatkan komentar yang positif dari siswa dan perbaikan soal pada *e*-LKPD. Uji skala kecil dengan data respon pengguna, yaitu guru dan siswa menyatakan bahwa *e*-LKPD dinilai sangat praktis. Selanjutnya, penelitian ini dapat dilanjutkan dengan melakukan uji skala besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Laksmiwati, D., Supriadi, S., & Mutiah, M. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis Tiga Level Representasi Pada Materi Kesetimbangan Kimia untuk Siswa Sekolah Menengah Atas Kelas XI. *Chemistry Education Practice*, 4(3), 262–268. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i3.2744>
- Adawiyah, R., Susilawati, & S, L. A. (2021). Development of Interactive E-Module on Oxidation-Reduction Concept. *JTK: Jurnal Tadris Kimiya*, 6(2), 202–212.
- Alighiri, D., Drastisianti, A., & Susilaningsih, E. (2018). Pemahaman Konsep Siswa Materi Larutan Penyangga dalam Pembelajaran Multiple Representasi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 12(2), 2192–2200.
- Arifiyanti, F. (2019). The Implementation of Problem Based Learning With Multiple Representations in Work and Energy. *International Journal of Learning and Instruction (IJLI)*, 1(2), 95–101. <https://doi.org/10.26418/ijli.v1i2.40164>
- Arikunto, S. (2013). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Iswandari, S. N., Copriady, J., Noer, A. M., & Albeta, S. W. (2020). Pengembangan E-Modul Berbasis Moodle pada Materi Hidrokarbon. *Edusains*, 12(1), 81–88.
- Khoiriyah, P. N. M. D., & Wiyanto. (2015). The Development of Teaching Materials PBL Multiple-Representations Oriented to Improve Concept Mastery. *International Conference on Mathematics, Science, and Education*, 46–52.
- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri, Z. (2021). Efektifitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 26–30. <https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i2.668>
- Marimar, M., Dahlan, D., & Maysara, M. (2021). Analisis Kesalahan Siswa dalam Menyelesaikan Soal-Soal Kimia Pokok

- Bahasan Asam Basa. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 6(1), 49–60.
<https://doi.org/10.36709/jpkim.v6i1.16202>
- Meutia, F., Nurdin, N., & Winarni, S. (2021). Development of E-Student Worksheets Based on Multiple Representations of Factors Affecting Reaction Rates. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(2), 129–136.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i2.533>
- Noor, A. Y., Fitriani, & Kurniasih, D. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Multiple Representasi pada Materi Hukum Dasar Kimia Kelas X IPA SMA Negeri 1 Sungai Raya. *Ar-Razi Jurnal Ilmiah*, 7(1), 39–46.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S., Herring, F. G., & Madura, J. D. (2011). *Kimia Dasar: Prinsip-Prinsip dan Aplikasi Modern* (9th ed.). Erlangga.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational design research. *Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO*, 1–206.
- Pradilasari, L., Gani, A., & Khaldn, I. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Audio Visual pada Materi Koloid untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 7(1), 9–15.
- Priyanti, A., Muderawan, I. W., & Maryam, S. (2021). Analisis Kesulitan Belajar Siswa dalam Mempelajari Kimia Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*, 5(1), 11–18.
<https://doi.org/10.23887/jjpk.v5i1.32402>
- Rantih, N. K., Mulyani, S., & Widhiyanti, T. (2019). An Analyses of Multiple Representation about Intermolecular Forces. *OP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1157, 1–7.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042029>
- Sari, R. P., & Seprianto, S. (2018). Analisis Kemampuan Multipel Representasi Mahasiswa FKIP kimia Universitas Samudra Semester II pada Materi Asam basa dan Titrasi Asam Basa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 6(1), 55–62.
<https://doi.org/10.24815/jpsi.v6i1.10745>
- Seruni, R., Munawaoh, S., Kurniadewi, F., & Nurjayadi, M. (2019). Pengembangan Modul Elektronik (E-Module) Biokimia Pada Materi Metabolisme Lipid Menggunakan Flip Pdf Professional. *Jurnal Tadris Kimiya*, 4(1), 48–56.
<https://doi.org/10.15575/jtk.v4i1.4672>
- Sholehah, P. S., & Azhar, M. (2019). Pengembangan Modul Bentuk Molekul Berbasis Inkuiri Terstruktur dengan Penekanan pada Level Submikroskopik Menggunakan Pemodelan untuk Kelas X SMA. *EduKimia*, 1(1), 60–69.
<https://doi.org/10.24036/ekj.v1i1.104088>
- Simanjuntak, M. P., Marpaung, N., Sinaga, L., & Siregar, N. (2021). The Effect of Problem Based Learning Based on Multiple Representations to the Students' Science Conceptual Understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1819(1), 1–8.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1819/1/012029>
- Suarngtyas, S., & Hidayah, R. (2022). Development of Student E-Worksheet Based on PBL (Problem Based Learning) to Practice Metacognitive Abilities of High School Student on Reaction Rate Material. *International Journal of Current Science Research and Review*, 5(5), 1680–1687.
<https://doi.org/10.47191/ijcsrr/v5-i5-35>
- Sugiyono. (2017). *Memahami penelitian kualitatif*. Alfabeta.
- Susilaningsih, E., Drastisianti, A., Lastri, Kusumo, E., & Alighiri, D. (2019). The Analysis of Concept Mastery Using Redox Teaching Materials with Multiple Representation and Contextual Teaching Learning Approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(4), 475–481. <https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.18072>
- Vinsiah, R., & Fadhillah, F. (2018). Studi Ikatan Hidrogen Sistem Metanol-Metanol dan Etanol-Etanol dengan Metode Molekular Dinamik. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*,

15(1), 14–22.
<https://doi.org/10.31851/sainmatika.v15i1.1739>

- Wela, G. S., Sundaygara, C., & Yuli Pratiwi, H. (2020). PBL dengan Pendekatan Multiple Representation terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Ditinjau dari Kemampuan Kolaborasi. *RAINSTEK: Jurnal Terapan Sains & Teknologi*, 2(3), 209–220. <https://doi.org/10.21067/jtst.v2i3.4711>
- Winarni, Kurniawan, R. A., & Fadhilahl, R. (2018). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Multipel Representasi pada Materi Laju Reaksi di SMA Panca Bhakti Pontianak. *Jurnal Pendidikan*, 7(1), 1–12.
- Yunianto, T., Negara, H. S., & Suherman, S. (2019). Flip Builder: Pengembangannya pada media pembelajaran Matematika. *TERAMPIL: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Dasar*, 6(2), 115–127. <https://doi.org/10.24042/terampil.v6i2.5056>