

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS STEM (SCIENCE, TECHNOLOGY,
ENGINEERING, AND MATHEMATIC) PADA MATERI
STRUKTUR ATOM**

**DEVELOPMENT OF STEM-BASED E-LKPD (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING,
AND MATHEMATIC) ON MATERIALS ATOMIC STRUCTURE**

Qonik Zuliatin, *Fatayah Fatayah, dan Ika Farida Yuliana

Prodi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Billfath

e-mail: fatayah.billfath.@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan *e-Lembar Kerja Peserta didik (LKPD)* berbasis *STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic)* yang valid dan praktis digunakan pada pembelajaran struktur atom di X SMA. Penelitian ini merupakan *Research & Development (R&D)* menggunakan model *Addie*. Instrumen yang digunakan adalah lembar validasi ahli media, validasi ahli materi, dan lembar praktikalitas peserta didik. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Hasil validasi *e-LKPD* diperoleh nilai rata-rata 88,51% dikategorikan sangat valid. Hasil praktikalitas *e-LKPD* oleh peserta didik menunjukkan rata-rata 87,13% kategori sangat praktis. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa *E-LKPD* berbasis *STEM* sangat valid dan praktis digunakan peserta didik kelas X SMA.

Kata kunci: *e-LKPD, STEM, Struktur Atom*

Abstract

The aims of this research are to produce a valid and practical e-Student Worksheet (LKPD) based on STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) used in learning atomic structures in X SMA. This research is a research and development (Research & Development) using the Addie model. The instrument used is a media expert validation sheet, material expert validation, and student practicality sheets. The data obtained were analyzed descriptively quantitatively and qualitatively. The results of e-LKPD validation obtained an average value of 88.51% categorized as very valid. The results of the practicality of the e-LKPD by students showed an average of 87.13% in the very practical category. Thus, it can be concluded that the STEM-based E-LKPD is very valid and practical to use by class X SMA students.

Keyword: *e-LKPD, STEM, Atomic Structures*

PENDAHULUAN

Pelajaran kimia penting untuk dipahami karena keberadaan di masyarakat sangat nyata dalam kehidupan sehari-hari. Pelajaran kimia merupakan pelajaran yang mempelajari mengenai materi dan perubahan yang terjadi di dalamnya [1]. Pelajaran kimia mempelajari suatu zat yang meliputi komposisi, struktur, sifat, perubahan, dinamika dan energetika zat yang melibatkan keterampilan dan penalaran.

Kimia adalah salah satu bagian dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang tidak hanya mempelajari fakta, konsep, prinsip, hukum dan teori yang ditemukan para ahli namun juga mempelajari proses dan sikap ilmiah [1]. Sebagian besar peserta didik SMA masih beranggapan bahwa mata pelajaran kimia merupakan mata pelajaran yang sulit. Faktor yang menyebabkan ilmu kimia sulit dipelajari karena ilmu kimia memerlukan kemampuan berfikir abstrak untuk

bahan-bahan kajian misalnya, struktur atom, ikatan kimia dan bentuk molekul [2].

Pembelajaran kimia harus memperhatikan karakteristik ilmu kimia sebagai sikap, proses, dan produk sebagai acuan bagi pendidik dalam memilih media dan sumber belajar peserta didik [3]. Penggunaan media pembelajaran yang kurang efektif dan tidak melibatkan peserta didik dalam proses pembelajaran menyebabkan peserta didik kurang memahami materi, salah satunya adalah materi struktur atom. Upaya yang dapat dilakukan oleh pendidik adalah dengan memaksimalkan sarana dan media pembelajaran. Saat ini pendidik harus kreatif dalam menyandingkan antara model dan media pembelajaran [4]. Salah satu media yang digunakan hanya menggunakan lembar kerja konvensional yang disediakan oleh sekolah. Oleh karena itu diperlukan media pembelajaran yang menarik khususnya pada bab materi struktur atom. Media pembelajaran yang sering digunakan dalam pembelajaran yaitu buku pegangan peserta didik atau LKPD (lembar Kerja Peserta didik).

Pengembangan bahan ajar penting karena ketersediaan bahan ajar harus sesuai dengan kurikulum yang digunakan di sekolah, sesuai dengan karakteristik peserta didik, dan sesuai dengan tuntutan pemecahan masalah belajar yang dihadapi peserta didik [5]. LKPD bukan hanya sekedar lembaran kertas berisi pertanyaan yang harus dijawab, tetapi LKPD harus membuat peserta didik aktif, mempermudah pemahaman, serta adanya keterpaduan konsep. LKPD yang memiliki tampilan menarik dan isi yang kontekstual dapat memotivasi minat belajar siswa, sehingga diharapkan membantu proses pembelajaran [6].

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa penggunaan bahan ajar dapat memperlancar dan memudahkan pendidik dalam menyampaikan materi pelajaran [7]. Bahan ajar itu sendiri merupakan rangkaian materi yang disusun secara runtut dan sistematis, sehingga tercipta kondisi atau suasana yang memungkinkan peserta didik untuk belajar [8]. Hasil penyebaran yang telah dilakukan oleh peneliti 62,5% peserta didik malas belajar struktur atom karena lembar kerja pegangan yang diberikan tidak menarik, karena LKPD yang ada tidak menarik baik dari segi isi, tidak ada

praktikum, petunjuk penggunaan yang kurang jelas, dan banyaknya pertanyaan membuat peserta didik jenuh dan malas menggunakan LKPD.

Hasil observasi pendidik diketahui bahwa praktik mengenai struktur atom belum pernah dilakukan secara langsung. Pembelajaran dilakukan dengan metode ceramah dan diskusi. Karena itu, praktikum perkembangan model atom merupakan suatu pengalaman baru bagi peserta didik. Perlu dilakukan pengembangan modifikasi lembar kerja agar peserta didik lebih termotivasi untuk belajar dan sesuai dengan model pembelajaran yang diterapkan. Salah satunya adalah menggunakan *e-LKPD* dengan bantuan aplikasi *Kvisoft Flipbook Maker* [9].

Kvisoft Flipbook maker adalah aplikasi yang berfungsi untuk membuat *e-book*, *e-modul*, dan *e-paper* yang dalam pembuatannya dapat menyisipkan gambar, grafik, dan link. Menurut [10] *Flipbook* dapat membantu meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap hal-hal abstrak atau peristiwa yang tidak bisa dihadirkan dalam kelas. *Kvisoft Flipbook Maker* juga memiliki beberapa kelebihan diantaranya dapat menyajikan materi pembelajaran dalam bentuk kata kata, kalimat dan gambar, dapat dilengkapi dengan warna-warni sehingga lebih menarik perhatian peserta didik, pembuatannya mudah dan harganya murah, mudah dibawa kemana-mana, dan dapat meningkatkan aktivitas belajar [11]. Selain tampilan bahan ajar yang menarik, bahan ajar juga harus dibuat dengan menggunakan model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik materi.

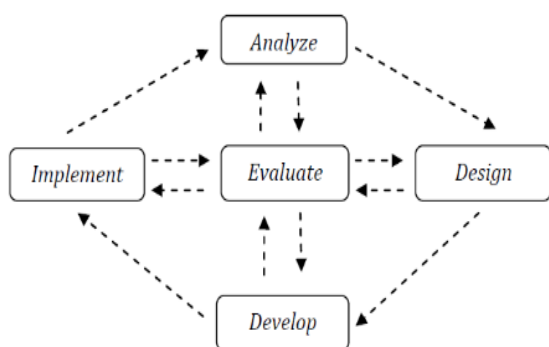
Berdasarkan hasil penelitian [12] bahwa penerapan model *blended learning* berbantuan *e-LKPD* berpengaruh terhadap hasil belajar aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap peserta didik karena pembelajaran ini dapat memberikan wadah bagi peserta didik untuk berdiskusi secara langsung dan kapan saja melalui kelas online serta menjadikan peserta didik bertanggungjawab karena pembelajaran online menjadikan tugas yang diberikan kepada peserta didik lebih terstruktur. Hasil penelitian yang dilakukan di sekolah menengah menyebutkan bahwa penggunaan model pembelajaran STEM lebih efektif jika

dibandingkan dengan model konvensional [13]. Model pembelajaran yang mampu mendorong berkembangnya keterampilan siswa adalah STEM [14]. Senada juga dengan penelitian lain mengungkap bahwa pembelajaran terintegrasi STEM diperoleh hasil yang efektif (80% siswa mencaai ketuntasan belajar materi geometri molekul) [15]. Hasil penelitian [16] menunjukkan bahwa kemampuan serta bakat siswa untuk menghadapi abad-21 dapat dilatihkan menggunakan model pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematic*). Model pembelajaran STEM dapat menunjang karir di masa depan, meningkatkan literasi sains, memotivasi siswa, meningkatkan pemahaman materi, meningkatkan kemampuan berfikir kreatif, efektivitas, serta pembelajaran yang lebih bermakna.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul yang akan diangkat pada penelitian ini adalah “Pengembangan *e*-LKPD Berbasis STEM pada Materi Struktur Atom” untuk melihat kevalidan dan kepraktisan *e*-LKPD.

METODE

Penelitian ini mengikuti rancangan ADDIE dengan sasaran 17 peserta didik SMA 1 SIMANJAYA lihat gambar 1.



Gambar 1. Tahap ADDIE

Penelitian ini dilakukan dengan metode pengembangan model ADDIE yang bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu [17]. Model pengembangan yang digunakan adalah model

ADDIE. Model ADDIE merupakan salah satu model yang paling umum dipakai dalam pengembangan media pembelajaran untuk menghasilkan rancangan produk yang efektif [18]. Model pengembangan ADDIE terdiri dari *analyze* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implement* (penerapan), dan *evaluate* (penilaian).

Selanjutnya penafsiran validasi ahli pada tahap *Development* dari angket mengikuti Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kriteria Validatas

Persentase (%)	Kriteria
0-20	Sangat rendah
21-40	Rendah
41-60	Cukup tinggi
61-80	tinggi
81-100	Sangat tinggi

[19]

Berdasarkan kriteria pada Tabel 1 tersebut, instrumen dapat dikatakan valid jika hasil validasi masuk dalam kriteria “tinggi” samai “sangat tinggi”

Selanjutnya penafsiran kepraktisan ditinjau dari respon peserta didik mengikuti Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria Kepraktisan

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

[20]

Berdasarkan kriteria tersebut validasi dikatakan layak jika persentase $\geq 61\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan media pembelajaran berupa video animasi kimia dengan menggunakan model ADDIE, dengan tahapan sebagai berikut: *analyze* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implement* (penerapan), dan *evaluate* (penilaian). Berikut ini hasil

pengembangan media pembelajaran kimia pada materi struktur atom.

1. Tahap *Analyze* (Analisis)

Tahapan analisis yang dilakukan oleh peneliti mencakup tiga hal yaitu, analisis kebutuhan, analisis peserta didik dan analisis materi. Secara garis besar tahapan analisis yang dilakukan penulis adalah sebagai berikut.

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kompetensi inti dan dasar dilakukan untuk melihat kebutuhan peserta didik dalam penggunaan media pembelajaran dan kurikulum 2013. Untuk mencari tahu hal tersebut dilakukan penyebaran angket kepada peserta didik untuk mendapatkan informasi mengenai kebutuhan media pembelajaran berbasis STEM. Analisis kebutuhan dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisis keadaan media pembelajaran serta ketersediaan media pembelajaran yang mendukung terlaksananya suatu pembelajaran.

b. Analisis peserta didik

Analisis peserta didik dilakukan untuk mengetahui karakteristik peserta didik yang digunakan sebagai dasar rancangan dan pengembangan media pembelajaran. Dari hasil angket diperoleh data mengenai karakteristik peserta didik yaitu sebagai berikut.

- 1) Peserta didik dapat mengoperasikan komputer dengan baik dan benar.
- 2) Usia rata-rata peserta didik yang menjadi subjek penelitian adalah 15-17 tahun, anak dalam kelompok usia seperti itu berada dalam tahap operasi formal atau mereka telah dapat berfikir abstrak dan dapat memecahkan masalah.
- 3) LKPD yang digunakan tidak menarik untuk materi struktur atom.

c. Analisis materi

Analisis materi berdasarkan tuntutan kompetensi, dapat diketahui bahwa cakupan materi yang dimiliki materi struktur atom sangat luas dan keterbatasan waktu oleh pengembang, sehingga dalam media pembelajaran ini materi yang disajikan terbatas. Karakteristik materi menurut

hasil observasi peneliti struktur atom masih dianggap sulit dan abstrak, sehingga perlu dilakukan inovasi dari LKPD yang digunakan oleh peserta didik yang masih konvensional. Materi yang akan disajikan dalam media pembelajaran ini yaitu perkembangan model atom. Kompetensi dasar yang akan dicapai melalui media pembelajaran adalah menganalisis perkembangan model atom.

2. Tahap *Design* (Perancangan)

Tujuan dari tahap perancangan yaitu pemilihan format *e*-LKPD dan desain awal *e*-LKPD.

a. Pemilihan format *e*-LKPD

Pada tahapan ini, pemilihan format *e*-LKPD berbasis STEM pada materi struktur atom berdasarkan petunjuk penyusunan *e*-LKPD yang terdiri dari beberapa komponen, yaitu: cover judul, kata pengantar, daftar isi, kompetensi dasar, indikator, tujuan pembelajaran, alokasi waktu, petunjuk penggunaan LKPD, model pembelajaran STEM, materi, soal latihan, dan daftar pustaka.

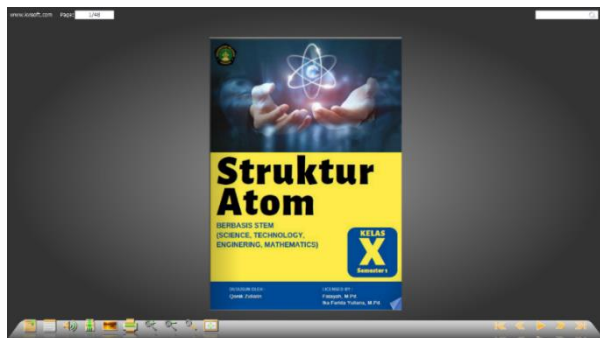
b. Desain awal *e*-LKPD

Pada tahapan ini, pengembang fokus dalam kegiatan menulis dan mengedit LKPD yang dikembangkan dengan melakukan konsultasi kepada dosen pembimbing mengenai kalimat dan bahasa yang digunakan, format penulisan, susunan kata, dan juga konsep yang benar dalam materi struktur atom sehingga didapatkan *draft* 1 *e*-LKPD. *e*-LKPD ini mencantumkan aspek-aspek *Science, Technology, Engineering, and Mathematic* (STEM).

Hasil rancangan (produk) media pembelajaran struktur atom berbasis STEM adalah sebagai berikut.

1) Sampul (*Cover*)

Rancangan awal sampul terdapat nama penulis, logo Universitas Billfath Lamongan, kelas, judul, materi, model pembelajaran, gambar pendukung, dan semester. *Cover* di desain menggunakan *canva*. Adapun rancangan awal sampul dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Layout Sampul Media

3. Tahap *Development* (Pengembangan)

Tahapan selanjutnya pada proses pengembangan media pembelajaran *e-LKPD* berbasis STEM adalah tahap *development*

(pengembangan). Pada tahap ini dilakukan beberapa kegiatan yang digunakan untuk merancang media pembelajaran yang akan dibuat. Adapun tahapan pengembangan adalah validasi *draft* 1 media pembelajaran. Proses validasi yang dilakukan meliputi validasi media dan materi.

a. Validasi Media

Validasi media dilakukan oleh validator ahli, dimana aspek yang dinilai meliputi tampilan *layout*, isi media pembelajaran, serta bahasa dan keterbacaan. Hasil validasi digunakan sebagai dasar untuk menentukan kelayakan media. Hasil validasi media disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penilaian Validator Media

No	Aspek yang Dinilai	Skor Rata-Rata	Persentase Peraspek (%)	Kriteria
1	Tampilan <i>layout</i> yang dikembangkan	25,5	85	Sangat Valid
2	Isi media pembelajaran	9,5	95	Sangat Valid
3	Bahasa dan keterbacaan	18,25	91,25	Sangat Valid
	Rata-rata Persentase %		90,41	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh hasil validasi oleh ahli media. Rata-rata persentase semua aspek sebesar 90,41% dengan kriteria sangat valid artinya dapat digunakan untuk tahap implementasi kepada peserta didik.

b. Validasi materi

Validasi materi dilakukan oleh validator ahli, dimana aspek yang dinilai meliputi kesesuaian isi materi dengan kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi, urutan materi, konsep struktur atom dan model STEM. Hasil validasi digunakan sebagai dasar untuk menentukan kelayakan *e-LKPD*. Hasil validasi materi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Penilaian Validator Materi

No.	Aspek yang dinilai	Skor Rata-rata	Persentase Peraspek (%)	Kriteria
1.	Kesesuaian isi materi dengan kompetensi dasar.	3,5	87,5	Sangat Valid
2.	Kesesuaian isi materi dengan indikator pencapaian kompetensi	3,75	93,75	Sangat Valid
3.	Kesesuaian urutan materi	3,25	81,25	Sangat Valid
4.	Konsep struktur atom	3,31	82,81	Sangat Valid
5.	Model STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematic)	3,5	87,5	Sangat Valid
	Rata-rata (%)		86,56	Sangat Valid

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh hasil validasi oleh ahli media. Rata-rata persentase semua aspek sebesar 86,56% dengan kriteria sangat valid artinya dapat digunakan untuk tahap implementasi kepada peserta didik.

4. Tahap *Implement* (Penerapan)

Tahapan selanjutnya adalah tahap implementasi media pembelajaran video animasi kepada peserta didik. Proses implementasinya dilakukan dengan uji coba terbatas dengan tujuan untuk mengetahui respon atau tanggapan terhadap media pembelajaran *e-LKPD* yang dikembangkan. Media pembelajaran *e-LKPD* yang telah dikembangkan dan divalidasi selanjutnya diuji coba kepada peserta didik. Dalam uji coba terbatas ini melibatkan 17 peserta didik yang terdiri dari Kelas X IPA 1 di SMA. Test menggunakan angket *Likert* dengan skala 4. Tahapan uji coba dilakukan pada tanggal 14-15 Juli 2022. Adapun hasil uji coba media disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Respon Peserta Didik

Jumlah skor rata-rata	27,88
Persentase skor rata-rata %	87,13
Kriteria kepraktisan media	Sangat Praktis

Berdasarkan Tabel 5. persentase kepraktisan media ditinjau dari respon peserta didik sebesar 87,13% dengan kriteria sangat praktis.

5. Tahap *evaluate* (penilaian)

Penelitian untuk mengembangkan media pembelajaran *e-LKPD* pada materi struktur atom yaitu dilakukan analisis, analisis pada tahap pertama untuk mengetahui kebutuhan peserta didik. *LKPD* yang digunakan di kelas X IPA 1 di SMA masih konvensional dan belum pernah praktikum dalam kelas. Oleh karena itu dikembangkan media pembelajaran yang terdapat praktikum dan dapat membantu peserta didik belajar secara aktif serta dapat membantu pendidik dalam menyampaikan materi struktur atom. Pembuatan media dilakukan dengan merancang (*design*) atau tampilan media pembelajaran yang

berisi *cover* judul, kata pengantar, daftar isi, kompetensi dasar, indikator, alokasi waktu, petunjuk penggunaan *e-LKPD*, model pembelajaran STEM, materi, soal latihan, dan daftar pustaka.

Media pembelajaran dibuat dengan menggunakan aplikasi *Kvisoft Flipbook Maker* sebagai alat bantu pemogramannya dalam pembuatan media pembelajaran. Kemudian dilanjutkan dengan pengembangan media dengan memvalidasi *e-LKPD* kepada validator yang divalidasi oleh ahli materi, ahli media dan guru kimia untuk menguji kelayakan media. Kemudian diimplementasikan pada peserta didik. Penerapan media terhadap peserta didik dilakukan oleh 17 peserta didik kelas X IPA 1 SMA. Penerapan bertujuan untuk mengetahui kepraktisan media ditinjau dari respon peserta didik terhadap media yang digunakan.

Proses pengembangan media dan uji coba produk memiliki kendala yang dialami oleh peneliti adalah kesulitan dalam memindahkan produk yang berupa *softfile* kedalam komputer, dikarenakan ada beberapa komputer yang sulit dioperasikan.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan hasil kelayakan media pembelajaran *LKPD* berbasis STEM pada materi struktur atom adalah 88,51% dengan kriteria sangat valid, sehingga dapat diuji coba pada peserta didik di kelas X SMA. Kepraktisan ditinjau dari respon peserta didik menggunakan media pembelajaran struktur atom berbasis STEM sebesar 87,13% dengan kriteria sangat praktis. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *e-LKPD* berbasis STEM pada materi stuktur atom layak digunakan dalam membantu proses pembelajaran kimia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Fauziah, F. 2021. Meningkatkan Keterampilan Siswa dalam Menganalisis Sistem Periodik Unsur Melalui Model Inquiry Terbimbing di Kelas X TSM SMKN 1 Rambah. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, Vol. 5, No.1, pp.

2081–2088.

2. Iskandar. 2002. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) Pada Materi Termokimia. *JS (Jurnal Sekolah)*, Vol. 6, No. 3, pp. 32–36.
3. Wijaya, W.U. 2020. Analisis Kebutuhan untuk Mengembangkan Media Video Animasi Pada Materi Struktur Atom dan Ikatan Kimia. *Journal of Tropical Chemistry Research and Education*, Vol. 2, No. 2, pp. 59–67.
4. Anggereni, S., & Khairurradzikin, K. 2016. Efektivitas pembelajaran menggunakan media pembelajaran macromedia flash dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika materi hukum Newton. *Jurnal Biotek*, Vol. 4, No. 2, pp. 333–350.
5. Nasional, D. P. 2008. Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah. Direktorat Pembinaan Sekolah.
6. Nengsi, S., Zulyetti, D., & Nelvi, M. H. 2021. Pengembangan LKS Biologi Dengan Pendekatan Kontekstual Materi Sistem Ekskresi Siswa Kelas. *Jurnal Edukasi*, Vol. 1, No.1, pp. 12–28.
7. Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto, S. 2017. Bahan ajar berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk meningkatkan penguasaan konsep siswa SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, Vol. 6, No.3, pp. 53–58.
8. Abadi Prastowo, A. 2014. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Jogjakarta: Diva Press.
9. Arifin, M. 2022. *Pengembangan E-LKPD Interaktif Liveworksheets Berbasis Contextual Teaching and Learning (CTL) Pada Materi Minyak Bumi*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
10. Andarini, T. 2012. *Pembelajaran biologi menggunakan pendekatan CTL (Contextual Teaching and Learning) melalui media flipchart dan video ditinjau dari kemampuan verbal dan gaya belajar*. Surakarta: UNS (Sebelas Maret University).
11. Susilana, R., & Riyana, C. 2008. *Media pembelajaran: hakikat, pengembangan, pemanfaatan, dan penilaian*. Bandung: CV. Wacana Prima.
12. Sya'idah, F. A. N., Wijayati, N., Nuswowati, M., & Haryani, S. 2020. Pengaruh model blended learning berbantuan e-LKPD materi hidrolisis garam terhadap hasil belajar peserta didik. *Chemistry in Education*, Vol. 9, No. 1, pp. 76–83.
13. Ma'sumah, A., & Mitarlis, M. 2021. Pengembangan LKPD Berorientasi STEM dengan Model PjBL Materi Larutan Elektrolit Nonelektrolit dengan Memanfaatkan Bahan Sekitar. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia (Journal Of Innovation in Chemistry Education)*, Vol. 3, No.1, pp. 22–34.
14. Mufidah, L., Fatayah, F., & Yuliana, I. F. 2021. Keterlaksanaan Model Pembelajaran Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Pada Materi Koloid. *UNESA Journal of Chemical Education*, Vol. 10, No. 3, pp. 261–267.
15. Fatayah, F., Yuliana, I. F., & Priyasmika, R. 2022. STEM Integrated Chemistry Learning Effectiveness (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) In The Time Of Covid-19. *JCER (Journal of Chemistry Education Research)*, Vol. 6, No.1, pp.72–76.
16. Jauhariyyah, F. R., Suwono, H., & Ibrohim, I. 2017. Science, technology, engineering and mathematics project based learning (STEM-PjBL) pada pembelajaran sains. *Seminar Nasional Pendidikan IPA 2017*.
17. Hamzah, A. 2021. *Metode Penelitian & Pengembangan (Research & Development) Uji Produk Kuantitatif dan Kualitatif Proses dan Hasil Dilengkapi Contoh Proposal Pengembangan Desain Uji Kualitatif dan Kuantitatif*. Malang: CV Literasi Nusantara Abadi.
18. Aldoobie, N. 2015. ADDIE model. *American International Journal of Contemporary Research*, Vol. 5, No.6, pp. 68–72.

19. Fatayah, F., Yuliana, I. F., & Mufidah, L. 2022. Validity and Reliability Analysis in Supporting Mastery Learning STEM Model. *Buana Pendidikan: Jurnal Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Unipa Surabaya*, Vol. 18, No.1, pp. 49–60.
20. Riduwan, S. P. 2016. *Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.