

PNGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS MODEL PEMBELAJARAN RADEC PADA MATERI BENTUK MOLEKUL FASE F SMA/MA

Fitri Yanti Pulungan*, Dwi Finna Syolendra

Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding autor: pulunganfitriyanti761@gmail.com

Abstrak: Disusun dalam satu Penelitian pengembangan ini telah menghasilkan bahan ajar berupa E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC pada materi bentuk molekul fase F SMA/MA. Penelitian pengembangan E-LKPD ini menggunakan metode R&D (*Research and Development*) dengan model plomp. Model plomp meliputi 3 fase tahap yaitu (1) preliminary research (fase investigasi awal), (2) Development or prototyping phase (fase pengembangan dan pembuatan prototipe) dan (3) Assessment phase (fase evaluasi /penelitian). Namun, tahap pengembangan ini hanya dilakukan sampai tahap Development or prototyping phase (fase pengembangan dan pembuatan prototipe). Hasil pengembangan bahan ajar yang telah dirancang kemudian diuji validitas dan kepraktisannya untuk memenuhi kriteria sebagai sebuah E-LKPD. Instrumen yang digunakan yaitu lembar validasi yang terdiri dari komponen isi, komponen penyaji, komponen kebahasaan dan komponen kegrafikan. Validasi dilakukan oleh 5 orang validator yang terdiri dari 3 dosen kimia FMIPA UNP dan 2 guru kimia SMA Pertiwi 1 Padang. Pengujian validasi menggunakan rumus Aikens's V. Uji kepraktisan dilakukan oleh 2 guru kimia dan 19 peserta didik SMA Pertiwi 1 Padang. Pengujian ini menggunakan rumus modifikasi Purwanto. Berdasarkan hasil analisis, validasi E-LKPD sebesar 0,88 dengan kategori valid, sedangkan praktikalitas E-LKPD sebesar 96% dan 91% dengan kategori sangat praktis baik nilai yang diberikan guru dan peserta didik.

Kata Kunci: E-LKPD, RADEC, bentuk molekul dan liveworsheet

Abstract: Compiled in one This development research has produced teaching materials in the form of E-LKPD based on the RADEC learning model on the material of F phase molecules for SMA/MA. This E-LKPD development research uses the R&D (*Research and Development*) method with the plomp model. The plomp model includes 3 phases, namely (1) preliminary research, (2) Development or prototyping phase) and (3) Assessment phase. However, this development stage is only carried out up to the Development or prototyping phase (development and prototype creation phase). The results of the development of teaching materials that have been designed are then tested for validity and practicality to meet the criteria as an E-LKPD. The instrument used is a validation sheet consisting of content components, presentation components, language components and graphic components. Validation was carried out by 5 validators consisting of 3 chemistry lecturers from FMIPA UNP and 2 chemistry teachers from SMA Pertiwi 1 Padang. Validation testing used Aikens's V formula. The practicality test was conducted by 2 chemistry teachers and 19 students of SMA Pertiwi 1 Padang. This test used Purwanto's modified formula. Based on the analysis results, the validity of E-LKPD was 0.88 with a valid category, while the practicality of E-LKPD was 96% and 91% with a very practical category for both teachers and students.

Keywords: E-LKPD, RADEC, molecular shapes and liveworksheets

PENDAHULUAN

Kimia adalah komponen penting dalam kehidupan yang menjelaskan struktur, sifat, komposisi, dan perubahan materi beserta energi yang menyertainya (Syukri, 1999), sehingga pemahamannya sangat penting (Hemayanti et al., 2020). Meskipun demikian, banyak peserta

didik mengalami kesulitan dalam pembelajaran kimia karena sifatnya yang abstrak dan kompleks, menuntut proses belajar yang mendalam (Hilda, 2020; Sariati et al., 2020). Kesulitan ini terkonfirmasi dari hasil angket di SMA 5 Padang dan SMA Pertiwi 1 Padang, di mana 71,7% peserta didik menyatakan kimia sulit, khususnya pada soal-soal materi bentuk molekul.

Materi bentuk molekul dalam kimia, yang merupakan bagian dari ikatan kimia di kelas XI Fase F Kurikulum Merdeka, bersifat abstrak dan memerlukan ilustrasi agar mudah dibayangkan (Shakina & Afrianis, 2021). Hasil angket menunjukkan 68,3% peserta didik di dua SMA di Padang kesulitan mempelajari materi ini, khususnya dalam menentukan bentuk molekul, pasangan elektron bebas, pasangan elektron terikat, domain elektron, dan teori hibridisasi. Kesulitan membedakan teori domain elektron dan hibridisasi juga dikemukakan oleh Hardhy & Syahri (2015). Untuk mengatasi masalah ini, strategi efektif yang disarankan adalah pembuatan model bentuk molekul menggunakan bahan sederhana (seperti plastisin, bola kecil, kawat, dan *Styrofoam*), yang mengubah konsep abstrak menjadi dapat dimanipulasi sehingga memfasilitasi pemahaman peserta didik (Dewita et al., 2020; Sadam et al., 2025). Strategi ini sejalan dengan prinsip pembelajaran *Student Centered*, karena melibatkan peserta didik secara aktif dalam mengkonstruksi pengetahuan dan meningkatkan keterampilan berpikir kreatif (Hardhy & Syahri, 2015; Sudiana et al., 2019).

Fokus utama Kurikulum Merdeka adalah pembelajaran berpusat pada peserta didik (*student centered*) untuk meningkatkan kompetensi (Yaelasari & Yuni Astuti, 2022). Meskipun demikian, implementasinya masih terkendala, terutama karena keterbatasan pemahaman guru terhadap model pembelajaran, sehingga sering terjadi dominasi metode ceramah (Mujahida, 2019; Putri et al., 2023; Wantiana & Mellisa, 2023). Hal ini diperkuat oleh hasil wawancara di SMA Negeri 5 dan SMA Pertiwi 1 Padang yang menunjukkan pendekatan *student centered* belum optimal. Berdasarkan masalah ini, penerapan model pembelajaran yang sistematis dan mendukung pemahaman mandiri, seperti model RADEC (*Read, Answer, Discuss, Explain, dan Create*), diperlukan dalam proses pembelajaran (F. Andriyani, 2024).

Model pembelajaran RADEC merupakan inovasi yang efektif untuk penguasaan kompetensi dan keterampilan karena tahapannya yang sistematis untuk materi abstrak dan tuntutan abad ke-21 (W. Sopandi, 2017). Model ini meningkatkan motivasi dan pengetahuan siswa melalui *Read* (belajar mandiri) (Handayani, Sopandi, Syaodih, Suhendra, et al., 2019), *Answer* dan *Discuss* (berpikir kritis), serta *Create* dan *Explain* (kreativitas dan penguasaan materi) (Putri & Zulfadewina, 2023). Penerapannya terbukti optimal dalam pemahaman konsep, seperti pada materi kimia (Rukiyahatul & Sopandi, 2021; Waworuntu, 2023), di samping pentingnya penggunaan teknologi untuk keterlibatan siswa.

Penggunaan teknologi memberikan pengaruh besar dalam pendidikan, meningkatkan minat, semangat, dan hasil belajar peserta didik karena dapat mempermudah pengajaran, akses materi, serta interaksi dengan konten (Dahlan, 2022). Pemanfaatan teknologi seperti *Augmented Reality* (AR), *Virtual Reality* (VR), dan *Artificial Intelligence* (AI) meningkatkan motivasi dan hasil belajar (Chuang, 2014; Doktor dkk., 2017). Selain itu, teknologi memungkinkan akses bahan ajar kapan saja dan di mana saja melalui media portabel seperti *smartphone* (Herrington & Herrington, 2008), yang saat ini banyak digunakan di sekolah seperti SMA 5 dan SMA Pertiwi 1 Padang.

E-LKPD adalah salah satu bentuk bahan ajar berbasis teknologi yang membantu peserta didik memahami konsep materi secara optimal (P. Kosasih, 2021; Zein & Musyarofah, 2024). E-LKPD dilengkapi fitur pendukung seperti gambar, audio, video, dan QR code, serta dapat disusun sesuai model pembelajaran (Maullidyawati et al., 2022). Penggunaan ini terbukti mampu menarik perhatian dan mendorong minat belajar, menjadikan pembelajaran menyenangkan (K.S.P. Wahyuni, I.M. Candiasa, 2021). bahkan berpengaruh positif terhadap hasil belajar kognitif, misalnya pada konsep protista (Raudatul et al., 2021). Namun, berdasarkan wawancara guru di SMA 5 dan SMA Pertiwi 1 Padang, E-LKPD untuk materi bentuk molekul belum pernah digunakan, di mana guru masih memakai LKPD cetak yang kurang interaktif. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan E-LKPD yang lebih menarik dan interaktif, yang dapat memberikan respons langsung, seperti dengan memanfaatkan *liveworksheet* (Kalima et al., 2018).

Liveworksheets adalah platform web yang memungkinkan pendidik menggunakan E-LKPD yang tersedia atau membuat E-LKPD interaktif secara daring. E-LKPD berbasis *liveworksheet* memberikan variasi belajar, mencegah kebosanan, mendorong keaktifan siswa, dan mempermudah proses pembelajaran (Rozi & Utami, 2023). Platform ini dapat mengubah dokumen cetak, PDF, atau JPG menjadi media pembelajaran interaktif yang dapat dikoreksi otomatis. Peserta didik dapat mengerjakan dan mengirim jawaban E-LKPD secara daring. Bagi guru, *liveworksheet* menghemat waktu dan kertas (N. Andriyani et al., 2020). Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan E-LKPD *Liveworksheets* meningkatkan hasil belajar, partisipasi, rasa percaya diri, dan rasa ingin tahu peserta didik dalam pembelajaran (Nurtanto & Suneki, 2024; Rozi & Utami, 2023).

Berdasarkan paparan masalah diatas, maka perlu adanya Pengembangan E-LKPD Berbasis Model Pembelajaran RADEC pada Materi Bentuk Molekul Fase F SMA/MA. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kualitas pembelajaran kimia di sekolah. Dengan menggunakan E-LKPD dengan teknologi yang tepat dan model pembelajaran RADEC diharapkan peserta didik dapat lebih aktif dalam proses pembelajaran

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah model penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) untuk mengembangkan bahan ajar E-LKPD. Penelitian ini mengembangkansuatu bahan ajar yang dapat menghasilkan suatu produk. *Research and Development* (R&D) adalah Proses pengembangan produk baru atau penyempurnaan produk yang sudah ada melibatkan serangkaian langkah yang sistematis. Penelitian dan pengembangan adalah salah satu jenis penelitian yang berperan penting sebagai jembatan antara penelitian dasar dan penelitian terapan, sehingga dapat mengatasi kesenjangan di antara keduanya (Okpatrioka Okpatrioka, 2023). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan dan mengembangkan bahan ajar berupa E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC pada materi bentuk molekul yang valid dan praktis.

Penelitian dilaksanakan di SMA Pertiwi 1 Padang tahun ajar 2024/2025, untuk uji validitas dan praktikalitas. Pada penelitian ini menggunakan subjek penelitian yaitu 3 dosen Departemen Kimia FMIPA UNP dan 2 guru kimia SMA Pertiwi 1 Padang sebagai validator, serta peserta didik fase F kelas XI SMA Pertiwi 1 Padang sebagai praktikalitas. Sedangkan tahap analisis kebutuhan dan konteks didapatkan dari hasil angket yang disebarkan kepada peserta didik dan wawancara dengan guru yang dilakukan di dua sekolah yang berbeda yaitu SMA Pertiwi 1 Padang dan SMAN 5 Padang.

Model pengembangan yang digunakan pada penelitian ini adalah model pengembangan Plomp, meliputi 3 fase tahap yaitu *preliminary research* (fase investigasi awal), *Development or prototyping phase* (fase pengembangan dan pembuatan prototipe) dan *Assessment phase* (fase evaluasi /penelitian) (Plomp & Nieveen, 2013). Pada penelitian ini hanya dibatasi sampai tahap *Development or prototyping phase* (fase pengembangan dan pembuatan prototipe). Penelitian ini menggunakan instrument data yaitu lembar wawancara guru, angket peserta didik, lembar validasi, dan angket praktikalitas. Instrumen adalah pengumpulan yang dibutuhkan untuk mengumpulkan informasi dan data pada penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan yang dilakukan menggunakan canva sebagai proses desain serta website *liveworsheet* sebagai penghubung materi dengan soal agar lebih interaktif. E-LKPD telah dilakukan dengan menggunakan model pembelajaran berdasarkan model pengembangan Plomp. E-LKPD yang dikembangkan dengan menggunakan model pembelajaran RADEC pada materi bentuk molekul fase F SMA/MA. Dimana E-LKPD ini dikembangkan dengan sintak model pembelajaran RADEC seperti yang dijelaskan berikut ini: (1) Sintak *Read*, Tahap ini membantu peserta didik dalam memahami materi pelajaran melalui sumber bahan bacaan dan video pembelajaran yang sudah disediakan di E-LKPD (2) Sintak *Answer*, peserta didik diminta untuk memahami konsep materi melalui pertanyaan-pertanyaan yang telah disediakan pada E-LKPD. (3) Sintak *Discuss*, peserta didik dibagi berdasarkan kelompok untuk mengerjakan latihan yang ada pada tahap *discuss* dimana

diberikan soal berbeda dan lebih mendalam, kemudia peserta didik berdiskusi terkait latihan tersebut, tujuannya untuk memper dalam pemahaman peserta didik mengenai materi. (4) Sintak *Explain*, peserta didik dituntut untuk mampu menjelaskan konsep materi melalui jawaban pertanyaan yang telah dikerjakan dan didiskusikan. (5) Sintak *Create*, peserta didik diminta untuk menghasilkan ide terkait pemahaman konsep yang telah dipelajari atau peserta didik diminta untuk mampu mengimplemtasikan pemahaman yang diperoleh melalauai ide kretatif yang akan dilakukan baik itu berupa kegiatan penyelidikan atau rumusan masalah atau bahkan pembuatan produk. Pengembangan E-LKPD diharapkan dapat menghasilkan produk yang berkualitas melalui berbagai evaluasi dari para ahli di bidang terkait.

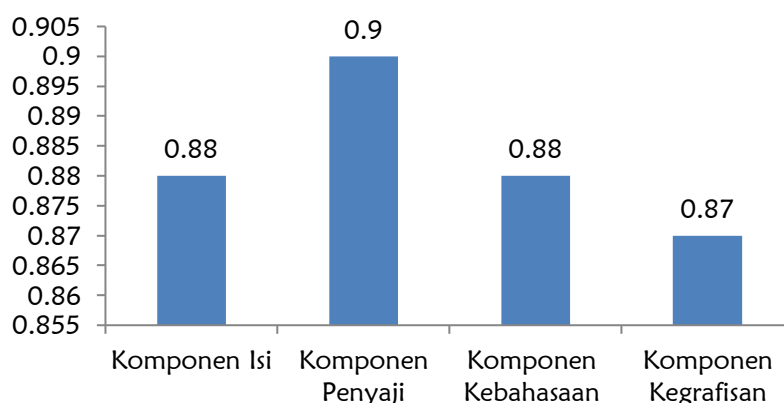
Penelitian pengembangan ini dilakukan dengan tujuan menghasilkan dan mengembangkan bahan ajar berupa E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC pada materi bentuk molekul yang berkualitas dengan model pengembangan plomp. E-LKPD ini diperlukan uji validitas dan uji praktikalitas supaya E-LKPD tersebut bias digunakan dalam proses pembelajaran.

Validitas E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC pada materi bentuk molekul dilakukan oleh 5 orang validator dengan mengisi angket. Validator terdiri dari tiga orang dosen kimia FMIPA UNP dan dua orang guru kimia SMA Pertiwi 1 Padang. Uji validitas dilaksanakan sebagai upaya untuk menghasilkan bahan ajar yang baik dan sesuai dengan dasar teoritik pengembangan. Uji validasi mempertimbangkan empat aspek yang dievaluasi dalam tahap validasi ini untuk menilai kelayakan produk yang dikembangkan, yaitu komponen isi, komponen penyajian, komponen kebahasaan, serta komponen kegrafis. (Depdiknas, 2008). Hasil validasi keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi

Aspek Yang Dinilai	V	Kategori Validitas
Komponen Isi	0,88	Valid
Komponen Penyaji	0,90	Valid
Komponen Kebahasaan	0,88	Valid
Kompone Kegrafisan	0,87	Valid
Rata-rata	0,88	Valid

Hasil analisis validitas E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC pada materi bentuk molekul disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Uji Validitas

Penilaian komponen kelayakan isi pada E-LKPD yang dikembangkan memiliki nilai rata-rata sebesar 0,88 yang menunjukkan kategori valid. Artinya E-LKPD telah memenuhi setiap aspek dari komponen isi. Komponen ini mencakup kesesuaian isi dari produk yang dikembangkan dengan Capaian Pembelajaran dan model pembelajaran. Berdasarkan nilai indeks Aiken's V, diperoleh

bahwa produk berupa E-LKPD sudah sesuai dengan CP, TP, dan ATP bentuk molekul dan sesuai dengan model pembelajaran yang digunakan. Kevalidan E-LKPD juga disesuaikan dengan kurikulum yang diterapkan, kemampuan dan kebutuhan peserta didik, mengarahkan peserta didik dalam membangun konsep, serta menuntun peserta didik dalam merancang proyek.

Hasil penilaian jika ditinjau dari komponen penyajian sudah berada pada kategori valid dengan nilai rata-rata sebesar 0,90 artinya E-LKPD telah memenuhi setiap aspek dari komponen penyajian. Berdasarkan analisis terhadap hasil validasi, model pembelajaran yang digunakan pada E-LKPD ini sudah terlihat dan sesuai dengan sintak-sintak pembelajaran RADEC. Urutan sajian dalam E-LKPD runtut, tujuan kegiatan disajikan secara jelas dan rinci serta petunjuk penggunaan mudah dipelajari. Selain itu, penyajian permasalahan dan kegiatan dalam E-LKPD sesuai dengan konsep materi bentuk molekul berdasarkan pada tujuan pembelajaran yang telah dijabarkan.

Hasil penilaian terhadap komponen kebahasaan E-LKPD ini dinyatakan valid dengan nilai sebesar 0,88. Hal ini mengindikasikan bahwa kebahasaan dalam E-LKPD sudah sangat baik. Keterbacaan, kejelasan informasi, kesesuaian dengan kaidah bahasa Indonesia dan kalimat yang digunakan jelas tanpa menimbulkan makna ganda dan keraguan. Berdasarkan penilaian, dapat dinyatakan bahwa E-LKPD sudah memenuhi aspek kebahasaan yang baik dan benar (Depdiknas, 2008).

Uji validitas terhadap kegrafisan dalam bahan ajar sangat penting untuk menambah daya tarik peserta didik pada E-LKPD yang dikembangkan. Hasil penilaian komponen kegrafisan untuk E-LKPD ini adalah sebesar 0,87 dengan kategori valid. Hal ini mengindikasikan bahwa beberapa indikator seperti penggunaan font (jenis ukuran), lay out (tata letak), ilustrasi dan gambar serta desain tampilan yang ada pada E-LKPD sudah baik, menarik dan layak digunakan dalam pembelajaran.

Berdasarkan paparan di atas dapat disimpulkan bahwa pengembangan E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC pada materi bentuk molekul fase FSMA/MA dalam kategori valid sehingga E-LKPD sudah layak digunakan sebagai salah satu bahan ajar dalam pembelajaran.

Uji praktikalitas sangat penting dilakukan karena bahan ajar yang tidak praktis dapat menghambat proses pembelajaran dan mengurangi minat belajar peserta didik. Praktikalitas dapat dilihat dari beberapa aspek, seperti kemudahan penggunaan, tampilan, efisiensi pembelajaran, dan manfaat penggunaan. Praktikalitas E-LKPD ini dinilai melalui uji kelompok kecil (small group evaluation) yang melibatkan 2 orang guru dan 19 orang peserta didik fase F SMA Pertiwi 1 Padang, peserta didik dan guru diberikan E-LKPD dan diminta untuk memperhatikan dan mempelajari isinya. Pada saat menggunakan E-LKPD berbantuan Liveworksheet berbasis model pembelajaran RADEC peserta didik dan guru merespon dengan baik. Peserta didik antusias terhadap tampilan E-LKPD serta proyek yang ada pada E-LKPD. Selanjutnya, peserta didik dan guru diberikan angket praktikalitas yang mengukur empat aspek utama dari E-LKPD yang dikembangkan, yaitu kemudahan penggunaan, tampilan, efisiensi pembelajaran, dan manfaat penggunaan. Pemilihan aspek-aspek ini sejalan dengan pendapat Sukardi, (2011) yang menyatakan bahwa penilaian praktikalitas bahan ajar dapat dilihat dari keempat aspek tersebut. Data yang diperoleh dari penilaian praktikalitas diolah menggunakan nilai persen dari M. Ngalim Purwanto (2010). Berikut adalah uraian hasil analisis terhadap keempat aspek tersebut.

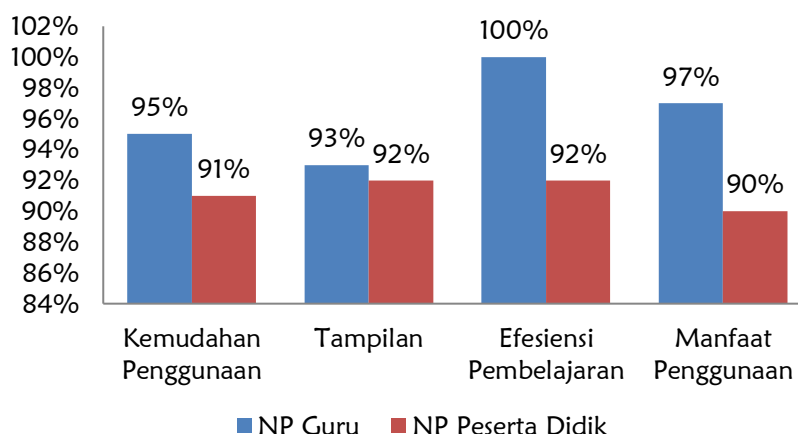
Tabel 2. Hasil Uji Praktikalitas Guru

Aspek Yang Dinilai	Nilai P	Kategori Kepraktisan
Kemudahan Penggunaan	95%	Sangat Praktis
Tampilan	93%	Sangat Praktis
Efisiensi Pembelajaran	100%	Sangat Praktis
Manfaat Penggunaan	97%	Sangat Praktis
Rata-rata	96%	Sangat Praktis

Hasil uji praktikalitas guru dan peserta didik untuk E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC disajikan pada **Gambar 2**.

Tabel 3. Uji Praktikalitas Peserta Didik

Aspek Yang Dinilai	Nilai P	Kategori Kepraktisan
Kemudahan Penggunaan	91%	Sangat Praktis
Tampilan	92%	Sangat Praktis
Efisiensi Pembelajaran	92%	Sangat Praktis
Manfaat Penggunaan	90%	Sangat Praktis
Rata-rata	91%	Sangat Praktis



Gambar 2. Hasil Praktikalitas Guru dan Peserta Didik

Hasil analisis terhadap aspek kemudahan penggunaa menunjukkan bahwa baik guru maupun peserta didik memberikan penilaian sangat praktis yaitu sebesar 95% dan 91% terhadap E-LKPD. Penyajian isi yang sederhana, petunjuk periggunaan yang mudah dipahami, pemilihan font yang jelas, penggunaan bahasa, tabel dan gambar yang mudah dipahami, serta langkah-langkah pembelajaran yang jelas dan sesuai dengan model pembelajaran RADEC. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk terlibat aktif dalam pembelajaran dan menyelesaikan proyek yang diberikan.

Analisis terhadap aspek daya tarik menunjukkan bahwa guru dan peserta didik menilai E-LKPD sangat menarik yang didukung dengan nilai praktikalitas yang diberikan, yakni sebesar 93% dan 92%. Hal ini mengindikasikan bahwa pemilihan elemen visual seperti tata letak, dan warna pada E-LKPD telah berhasil menciptakan tampilan yang menarik dan tidak membosankan, sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik.

Hasil penilaian terhadap aspek efisiensi pembelajaran yang diukur memperoleh hasil dari guru dan peserta didik sebesar 100% dan 92% dengan dikategorikan sangat praktis. Temuan ini menunjukkan bahwa baik guru maupun peserta didik menilai E-LKPD efektif dalam mengelola waktu pembelajaran. Hal ini mengindikasikan bahwa desain E-LKPD yang terstruktur dan kegiatan pembelajaran yang terarah dapat membantu peserta didik menyelesaikan tugas dalam waktu yang efisien.

Analisis hasil penilaian terhadap aspek manfaat memperoleh nilai sebesar 97% dari guru dan 90% dari peserta didik yang menunjukkan bahwa E-LKPD ini memberikan manfaat yang baik dalam pembelajaran. Tingginya persentase ini menunjukkan bahwa E-LKPD telah berhasil membantu peserta didik dalam memahami konsep, meningkatkan minat belajar dan meningkatkan keaktifan belajar peserta didik. Melalui E-LKPD, peserta didik merasa tertantang dan termotivasi untuk menyelesaikan setiap tahapan pembelajaran yang ada di dalamnya.

Berdasarkan pemaparan di atas, didapatkan bahwa hasil analisis data hasil angket respon peserta didik terhadap E-LKPD memperoleh skor rata-rata persentase sebesar 91%, sedangkan untuk respon guru diperoleh rata-rata persentase sebesar 96%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan berada pada kategori praktikalitas "sangat praktis". Hal ini mengindikasikan bahwa E-LKPD bentuk molekul berbasis model pembelajaran RADEC. telah

memenuhi kriteria kepraktisan yaitu kemudahan penggunaan, tampilan, efisiensi pembelajaran dan manfaat penggunaannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengolahan data, serta analisis yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan bahwa E-LKPD berbasis model pembelajaran RADEC pada materi bentuk molekul fase F SMA/MA memiliki kriteria valid dengan hasil validasi sebesar 0,88 dan memiliki kriteria sangat praktis dengan nilai praktikalitas guru 96% dan peserta didik sebesar 91%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, F. (2024). Systematic Literature Review : Model Pembelajaran RADEC Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa ELSE (Elementary School Education. 8(3), 406–414.
- Andriyani, N., Hanafi, Y., Safitri, I. Y. B., & Hartini, S. (2020). Penerapan Model Problem Based Learning Berbantuan Lkpd Live Worksheet Untuk Meningkatkan Keaktifan Mental Siswa Pada Pembelajaran Tematik Kelas VA SD Negeri Nogopuro. *Prosiding Pendidikan Profesi Guru*, September, 122–130.
- Chuang, Y. (2014). *Increasing Learning Motivation and Student Engagement through the Technology- Supported Learning Environment*. December, 1969–1978.
- Dahlan, U. A. (2022). Teknologi pendidikan sebagai jembatan reformasi pembelajaran di indonesia lebih maju. *Manajemen Pendidikan*, 2(1).
- Depdiknas. (2008). *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan Nasional Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. Jakarta.
- Dewita, N., Sintiani, P., & Nugraha, A. W. (2020). Pengaruh Media Pembelajaran Berbasis Visualisasi 3D dan Animasi Molekul Terhadap Hasil Belajar Bahasan Bentuk Molekul. *Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia Jurusan Kimia FMIPA UNIMED*, 5(2).
- Handayani, H., Sopandi, W., Syaodih, E., Suhendra, I., & Hermita, N. (2019). RADEC: An Alternative Learning of Higher Order Thinking Skills (HOTS) Students of Elementary School on Water Cycle. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1).
- Hardhy, J., & Syahri, W. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Dengan Lectora Inspire Materi Bentuk Molekul Untuk Siswa Kelas X Ipa Sma N 10 Kota Jambi. *Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jambi*, 18–28.
- Hemayanti, K. L., Muderawan, I. W., & Selamat, I. N. (2020). Analisis Minat Belajar Siswa Kelas Xi Mia Pada Mata Pelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 4(1), 20.
- Herrington, A. J., & Herrington, A. (2008). Adult educators' authentic use of smartphones to create digital teaching resources Anthony. *University of Wollongong*, 414–418.
- Hilda, L. (2020). Kemampuan Koneksi Matematika dalam Pembelajaran Kesetimbangan Kimia. *Logaritma : Jurnal Ilmu-Ilmu Pendidikan Dan Sains*, 8(01), 79–92.
- Kalima, K., Gulo, F., & Edi, R. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Interaktif Berbasis Komputer pada Pembelajaran Kimia Larutan Asam Basa di Kelas XI SMA. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia*, 5(2), 126–136.
- Kosasih, M. P. (2021). *Pengembangan Bahan Ajar*, Jakarta: Bumi Aksara.
- Maullidyawati, T., Maulidiya, L., Rahmadani, R. S., & Hidayah, R. (2022). Pengembangan E-Lkpd Berbasis Inkuiri Flipped Classroom Pada Materi Kesetimbangan Kimia Untuk Melatihkan Literasi Sains Di Era Merdeka Belajar. *Unesa Journal of Chemical Education*, 11(2), 104–112.
- Mujahida. (2019). Analisis Perbandingan Teacher Centered Dan Learner Centered Rus ' an. *Journal of Pedagogy*, 2(2), 323–331.
- Nurtanto, Y., & Suneki, S. (2024). Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik (Lkpd) Berbasis Software Liveworksheet Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik. *Didaktik : Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 10(2), 1479–1493.

- Okpatrioka Okpatrioka. (2023). Research And Development (R&D) Penelitian Yang Inovatif Dalam Pendidikan. *Dharma Acariya Nusantara: Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 1(1), 86–100.
- Plomp, T., & Nieveen, N. (2013). Educational Design Research Educational Design Research. *Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO*, 1–206.
- Putri, C. A., Guru, P., Ibtidaiyah, M., Islam, U., Maulana, N., & Ibrahim, M. (2023). Model pembelajaran berorientasi student centered. 2(2), 95–105.
- Putri, C. A., & Zulfadewina, Z. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran RADEC berbasis STEAM terhadap Literasi Sains Siswa Kelas IV Sekolah Dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(3), 1162–1170.
- Raudatul Mispa, Aminuddin Prahatama Putra, M. Z. (2021). Penggunaan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-Lkpd) Live Worksheet Pada Konsep Protista Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X Sman 7 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 2(10), 1707–1715.
- Rozi, F., & Utami, L. (2023). Inovasi Pembuatan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) Menggunakan Liveworksheet. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 2(2), 102.
- Rukiyahatul Adawiyah Ritonga, Wahyu Sopandi, M. R. (2021). Student Concept Mastery on Coloid Material Through Radec. 5(3), 520–532.
- Sadam, Maria Paristiowati, R. S. S., & Program. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Diaroma dan 3d Hidrokarbon (Deret Homolog) Menggunakan Assembler Edu pada Pembelajaran Kimia Materi Hidrokarbon. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia*, 15(1), 49.
- Sariati, Kadek, N., Suardana, Nyoman, I., Wiratini, & Made, N. (2020). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Kelas XI Pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran* P-ISSN : 1858-4543 e-ISSN : 2615-6091, 4(1), 86–97.
- Shakina, A., & Afrianis, N. (2021). Desain dan Uji Coba Media Pembelajaran Berbasis Videoscribe Sebagai Sumber Belajar Pada Materi Bentuk Molekul Kelas X IPA SMA. *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 5(1), 17–24.
- Sopandi, W. (2017). The Quality Improvement Of Learning Processes And Achievements Through The Read-Answer-Discuss-Explain-And Create Learning Model Implementation. *In Proceeding 8th Pedagogy International Seminar*, 8(October), 132–139.
- Sudiana Ketut I, Suja Wayan I, & Mulyani Irma. (2019). Analisis Kesulitan Belajar Kimia Siswa Pada Materi Kelarutan Dan Hasil Kali Kelarutan. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia / 7 Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 3(1), 7–16.
- Syukri, S. (1999). *Kimia Dasar 1*. Bandung: ITB.
- Wantiana, I., & Mellisa, M. (2023). Kendala Guru dalam Penerapan Kurikulum Merdeka. *Jurnal Basicedu*, 7(3), 1461–1465.
- Waworuntu, F. (2023). Efektivitas Model Pembelajaran *Read-Answer-Discuss-Explain and Create* (RADEC) Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Laju reaksi di SMA Negeri 1 Kakas. *Oxygenius: Journal of Chemistry Education*, 5, 7–11.
- Yaelasari, M., & Yuni Astuti, V. (2022). Implementasi Kurikulum Merdeka Pada cara Belajar Siswa Untuk Semua Mata Pelajaran (Studi Kasus Pembelajaran tatap Muka di SMK INFOKOM Bogor). *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 3(7), 584–591.
- Zein, F. A., & Musyarofah, M. (2024). Pengembangan Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (E-Lkpd) Interaktif Menggunakan Wizer.Me Pada Pembelajaran Ips. *Prima Magistra: Jurnal Ilmiah Kependidikan*, 5(1), 57–68.