

## OPTIMALISASI PEMBELAJARAN KIMIA MELALUI PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BERUPA E-MODUL

Nilawati<sup>1</sup>, Coryna Oktaviani<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Samudra. Jln. Kampus Meurandeh, Langsa 24416, Indonesia.

\*Corresponding Author. E-mail: [coryna.oktaviani@unsam.ac.id](mailto:coryna.oktaviani@unsam.ac.id)

Received: 28 Januari 2025

Accepted: 26 Mei 2025

Published: 31 Mei 2025

doi: 10.29303/cep.v8i1.8486

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan pembelajaran kimia melalui pengembangan bahan ajar berbentuk E-Modul. E-Modul merupakan bahan ajar berbentuk multimedia interaktif yang tersedia secara online dan tidak dicetak. E-Modul mengintegrasikan teks, gambar, dan video untuk menciptakan pengalaman belajar digital yang menarik dan interaktif bagi peserta didik. Metode penelitian yang digunakan adalah R&D dengan model ADDIE, yang berfokus pada tahap *analyze* untuk mengidentifikasi kebutuhan pengembangan bahan ajar. Teknik pengumpulan data yang digunakan berupa wawancara, angket, dan dokumentasi. Hasil wawancara menunjukkan bahwa guru membutuhkan E-Modul interaktif yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi kimia. Hasil angket analisis kebutuhan E-Modul berbasis RADEC terintegrasi Pendekatan SETS pada materi kimia hijau dengan rata-rata keseluruhan sebesar 71,05% dan masuk dalam kriteria dibutuhkan. Hasil ini menyoroti pentingnya bahan ajar inovatif berbasis model terintegrasi pendekatan pembelajaran guna memenuhi kebutuhan interaktif dan multimedia dalam mendorong keterlibatan peserta didik dalam belajar. Penelitian ini menyimpulkan bahwa pengembangan E-Modul berbasis RADEC terintegrasi Pendekatan SETS dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia di sekolah.

**Kata Kunci:** Bahan Ajar, E-Modul, RADEC, SETS

### *Optimization of Chemistry Learning Through the Development of Teaching Materials in the Form of E-Modules*

#### *Abstract*

*This research aims to optimize chemistry learning by developing teaching materials in the form of E-Modules. The E-Module is an interactive, multimedia teaching material available online, not in print. E-Modules integrate text, images, and videos to create an engaging and interactive digital learning experience for learners. The research method employed is R&D, utilizing the ADDIE model, which focuses on the analysis stage to identify the need for developing teaching materials. The data collection techniques used were interviews, questionnaires, and documentation. The results of the interviews indicate that teachers require an interactive E-Module to enhance students' understanding of chemical materials. The results of the questionnaire analysis of the need for an integrated RADEC-based E-Module with the SETS approach on green chemical materials, with an overall average of 71.05%, are included in the criteria needed. These results highlight the importance of innovative teaching materials based on an integrated learning approach model in meeting the needs for interactivity and multimedia, thereby encouraging student involvement in learning. This study concludes that the development of RADEC-based E-Modules integrated with the SETS Approach is needed to improve the quality of chemistry learning in schools.*

**Keywords:** Teaching Materials, E-Modules, RADEC, SETS

---

## PENDAHULUAN

Pembelajaran merupakan sebuah aktivitas yang dilakukan oleh guru dan peserta didik dalam suasana yang mendidik untuk mencapai tujuan yang diharapkan (Faizah, 2020). Untuk mendukung tujuan pendidikan yang berkualitas tinggi perlu mempertimbangkan aspek pembelajaran yang efektif seperti (1) peserta didik yang belajar (2) guru yang mengajar (3) bahan ajar (4) hubungan guru dan peserta didik (Mukarramah et al., 2017). Namun, kenyataannya, proses pembelajaran saat ini masih menghadapi banyak tantangan. Oleh karenanya, lingkup Pendidikan harus berusaha lebih keras untuk memperbaiki proses pembelajaran agar sejalan dengan perkembangan industri 4.0 (Manurung & Zubir, 2023).

Pesatnya perkembangan teknologi telah membawa perubahan signifikan sekaligus tantangan dalam berbagai aspek kehidupan, salah satunya adalah pendidikan (Hasibuan et al., 2023). Perkembangan teknologi menawarkan banyak alternatif strategi dalam pembelajaran yang dapat dijadikan solusi dalam mengatasi keterbatasan pembelajaran konvensional (klasik). Teknologi digital perlu diterapkan dalam dunia pendidikan dengan tujuan untuk mengoptimalkan pemahaman peserta didik serta dapat menjangkau keterbatasan yang dimiliki indera, ruang dan waktu (Fitriya et al., 2022).

Pendidikan saat ini perlu disesuaikan dengan kemajuan zaman, karena mengikuti perkembangan tersebut dapat meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar. Seiring dengan kemunculan teknologi baru, terutama internet yang menyediakan sistem informasi, metode pembelajaran saat ini harus memaksimalkan pemanfaatan teknologi informasi dari tingkat sekolah dasar hingga perguruan tinggi (Suwastika, 2018). Perkembangan teknologi membawa dampak positif bagi dunia pendidikan yakni di antaranya adalah memudahkan peserta didik maupun guru dalam mengakses informasi (Mulyani & Haliza, 2021), membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif (Alfin & Listiadi, 2021), memberikan ruang bagi peserta didik untuk meningkatkan self-regulated learning (Marpaung et al., 2021; Syaputrizal & Jannah, 2019), menumbuhkan minat belajar peserta didik (Muammar & Suhartina, 2018; Negara et al., 2019). Jadi, dengan menggunakan kecanggihan teknologi maka pembelajaran dapat efektif, informasi dapat tersampaikan dengan baik dan benar,

pembelajaran menjadi lebih menarik dan inovatif (Mastura & Santaria, 2020).

Salah satu hal yang berdampak signifikan terhadap perkembangan teknologi dalam pendidikan adalah pengembangan dan inovasi bahan ajar. Teknologi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan dan mengembangkan mutu pendidikan dengan bahan ajar yang mudah dipahami dan diakses oleh peserta didik. Bahan ajar adalah semua sumber daya yang digunakan oleh guru untuk mempermudah pelaksanaan pembelajaran agar menjadi lebih efektif dan efisien (Ahmar & Rahman, 2017; Sumiati et al., 2017).

Pengembangan bahan ajar merupakan salah satu upaya untuk mengubah paradigma pendidikan yang lebih tradisional (Widodo et al., 2018). Bahan ajar terdiri dari berbagai materi yang disusun secara terstruktur, baik dalam bentuk tertulis maupun non-tertulis, untuk menciptakan suasana yang mendukung proses belajar bagi peserta didik (Yulian, 2018). Dengan kata lain, segala hal yang berhubungan dengan proses pembelajaran di kelas yang membantu peserta didik memahami materi yang diajarkan oleh guru dapat disebut sebagai bahan ajar (Abadi et al., 2017). Ketersediaan bahan ajar menjadi faktor penting dalam menentukan keberhasilan proses pembelajaran. Sebagai elemen yang krusial, bahan ajar tidak dapat dipisahkan dari aktivitas belajar mengajar dan berperan dalam membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran (Habibi et al., 2018).

Pembelajaran kimia di tingkat SMA memiliki peranan penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan sistematis peserta didik. Namun, banyak peserta didik menganggap proses pembelajaran kimia sebagai sesuatu yang rumit dan sulit dipahami. Hal ini disebabkan oleh sifat materi kimia yang cenderung abstrak, memerlukan tingkat penalaran yang tinggi, serta melibatkan berbagai konsep yang saling berhubungan (Koeper et al., 2020). Hal ini sejalan dengan observasi yang dilakukan di SMA Negeri 5 Langsa, bahwa pembelajaran cenderung berpusat pada guru sehingga menyebabkan peserta didik kurang berperan aktif dalam pembelajaran. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan bahan ajar berbasis multimedia yang akan menjadi salah satu alternatif bagi pendidik sebagai bahan ajar yang dapat menjadi alat peraga sehingga membantu peserta didik lebih memahami materi serta aktif dalam pembelajaran (Haryani & Edi, 2019). Salah satu bahan ajar

berbasis multimedia adalah E-Modul (Irmawati et al., 2023).

E-Modul adalah bahan ajar berbentuk multimedia interaktif yang tersedia secara online dan tidak dicetak. Ini merupakan sumber belajar berbasis teknologi yang mengintegrasikan teks, gambar, dan video untuk menciptakan pengalaman belajar digital yang menarik dan interaktif. Melalui E-Modul, peserta didik tidak hanya sekedar membaca materi, tetapi juga diharapkan untuk terlibat dalam berbagai aktivitas seperti menonton video, melakukan eksperimen, serta menjawab pertanyaan atau kuis yang disediakan. Dengan cara ini, peserta didik diberikan peluang lebih untuk belajar secara mandiri dan mengembangkan potensi mereka (Manzil & Thohir, 2022). Penggunaan E-Modul membantu mengurangi kebosanan dan kesulitan dalam memahami materi, karena elemen-elemen yang ada dalam E-Modul tidak terbatas pada teks atau gambar saja. Semua elemen tersebut berkolaborasi untuk membuat E-Modul lebih menarik, yang pada akhirnya mendorong peserta didik untuk lebih aktif membaca dan memahami materi (Suryani et al., 2020). Efektivitas E-Modul dalam pembelajaran kimia telah ditunjukkan melalui berbagai penelitian yang menyoroti peran E-Modul dalam meningkatkan keterlibatan peserta didik dan meningkatkan hasil pembelajaran. Bahan ajar digital ini dikembangkan dengan menggabungkan elemen interaktif yang memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam tentang konsep kimia yang kompleks.

Untuk lebih meningkatkan efektivitas, E-Modul dapat diintegrasikan dengan model dan pendekatan yang sesuai. Hal ini akan lebih mendukung keterlibatan peserta didik, mendukung pembelajaran yang bersifat *student center*, memaksimalkan penguasaan kompetensi, serta mendorong diferensiasi pembelajaran. Diharapkan dengan integrasi E-Modul dengan model dan pendekatan pembelajaran akan meningkatkan kualitas dan hasil pembelajaran. Oleh karenanya peneliti tertarik mengembangkan bahan ajar berupa E-Modul yang berbasis model pembelajaran dan terintegrasi pendekatan pembelajaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kebutuhan akan bahan ajar E-Modul untuk kemudian dikembangkan produk yang sesuai dengan kebutuhan.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah metode penelitian R&D menggunakan

model ADDIE. Di mana pada penelitian ini hanya dilakukan tahap pertama yakni *analyze*. Tahap *analyze* dilakukan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di lapangan terkait dengan bahan ajar. Data tersebut nantinya akan menjadi landasan untuk dilakukannya pengembangan bahan ajar berupa E-Modul. Dengan pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pembelajaran yang efektif dan interaktif serta meningkatkan kualitas pembelajaran. Pada tahap *analyze* dilakukan analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis materi. Adapun lebih rinci adalah (1) analisis kebutuhan untuk mengetahui tingkat kebutuhan pengembangan E-Modul. (2) Analisis kurikulum untuk mengetahui kurikulum yang digunakan agar pengembangan E-Modul sesuai dengan kurikulum yang berlaku. (3) Analisis materi untuk menentukan materi yang dibutuhkan dalam pengembangan E-Modul. Sampel yang digunakan adalah guru kimia kelas X di SMA Negeri 5 Langsa.

Teknik pengumpulan data menggunakan wawancara, angket dan dokumentasi. Jenis wawancara yang digunakan adalah wawancara semiterstruktur. Sementara untuk angket yang digunakan adalah angket semi tertutup. Adapun instrumen yang digunakan (1) lembar wawancara (2) lembar angket dengan menggunakan skala guttman (Ya / Tidak). Aspek pertanyaan wawancara dapat dilihat pada Tabel 1 dan aspek angket dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Aspek Pertanyaan Wawancara

No	Aspek
1	Kurikulum yang digunakan
2	Bahan dan media ajar yang digunakan
3	Model dan pendekatan yang digunakan
4	Proses pembelajaran kimia di dalam kelas
5	Sarana dan prasarana

**Tabel 2.** Aspek Angket Analisis Kebutuhan

No	Aspek
1	Kurikulum
2	Penggunaan bahan ajar
3	Model RADEC
4	Pendekatan SETS
5	Proses Pembelajaran
6	Materi

Data hasil wawancara yang didapatkan kemudian dianalisis dan ditarik kesimpulan. Adapun untuk angket mengenai kebutuhan pengembangan bahan ajar dianalisis menggunakan rumus berikut.

$$P_s = \frac{S}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

$P_s$  = angka persentase data angket

$S$  = jumlah skor yang diperoleh

$N$  = jumlah skor maksimum

**Tabel 3.** Kriteria Penskoran Angket

Persentase	Kriteria Interpretasi
76 – 100 %	Sangat dibutuhkan
75 – 51 %	Dibutuhkan
50 – 26 %	Cukup dibutuhkan
≤ 25%	Tidak dibutuhkan

(Winarni et al., 2014)

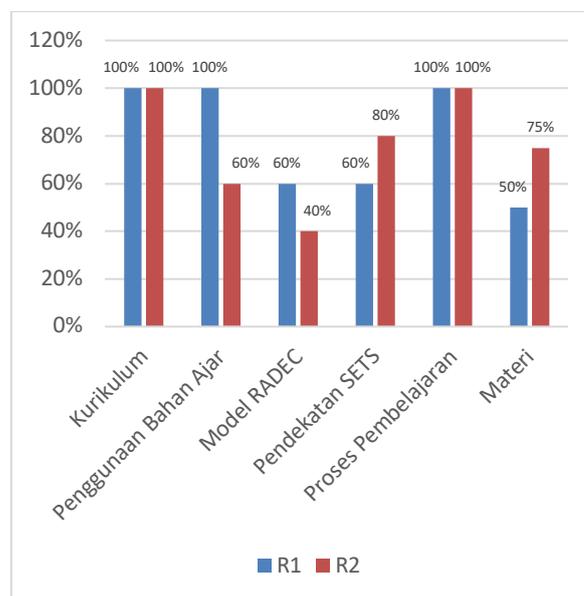
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan bahan ajar berupa E-Modul bertujuan untuk meningkatkan kualitas sumber belajar yang ada di sekolah serta memudahkan peserta didik dalam proses belajar. Selain itu, juga berusaha untuk memperdalam pengetahuan dan pemahaman peserta didik terhadap mata pelajaran kimia (Salampessy & Suparman, 2019). Sebagai tahapan pertama dari model pengembangan ADDIE, *analyze* dilakukan untuk mendapatkan data mengenai kebutuhan akan bahan ajar dalam pembelajaran kimia agar pengembangan bahan ajar dapat diarahkan untuk memenuhi tuntutan pendidikan yang lebih interaktif dan berkualitas.

Hasil wawancara kepada guru kimia kelas X di SMA Negeri 5 Langsa didapatkan informasi berupa 1) Sudah diterapkan kurikulum merdeka sejak 2 tahun yang lalu di mana saat ini untuk kelas X dan XI sudah menggunakan kurikulum ini namun untuk kelas XII masih menggunakan kurikulum Merdeka; 2) Bahan ajar yang digunakan oleh guru cenderung tidak sama, di mana ada guru yang menggunakan buku teks, LKPD, E-LKPD, modul, maupun E-Modul. Namun, ada guru yang belum menggunakan modul, E-Modul, maupun E-LKPD. Hal ini memberikan peluang akan pengembangan E-Modul sebagai bahan ajar karena E-Modul merupakan bahan ajar interaktif dan multimedia. Didukung oleh hasil wawancara guru yang menyatakan bahwa dibutuhkan bahan ajar yang interaktif, kolaboratif, dan memuat komponen

multimedia agar peserta didik lebih memahami materi terutama materi kimia yang cenderung bersifat abstrak serta aktif dalam pembelajaran di kelas; 3) Meskipun sudah ada variasi bahan ajar yang digunakan, pembelajaran masih berpusat pada guru yang cenderung menggunakan metode cemarrah; 4) mengenai model dan pendekatan pembelajaran yang digunakan, belum pernah diterapkan model pembelajaran RADEC. Sementara untuk pendekatannya lebih cenderung kepada pendekatan kontekstual di mana hal ini dikarenakan peserta didik lebih mudah memahami materi jika dekat dengan kehidupan sehari – hari. Berdasarkan hasil wawancara tersebut, maka diperlukan suatu bahan ajar multimedia interaktif untuk meningkatkan partisipasi aktif dan hasil belajar peserta didik berupa E-Modul. Untuk mengetahui persentase kebutuhannya, maka diberikan angket.

Hasil angket kebutuhan digunakan untuk mengetahui kebutuhan bahan ajar berupa E-Modul berbasis RADEC Terintegrasi Pendekatan SETS sebagai solusi atas permasalahan yang terjadi. Adapun hasil dari angket dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Rata-Rata Persentase Angket untuk Setiap Aspek

Persentase angket kebutuhan dari responden 1 secara keseluruhan sebesar 78,33% sementara untuk responden 2 adalah sebesar 75,83 dengan rata-rata sebesar 77,08%. Berdasarkan Tabel 3 persentase rata-rata tersebut termasuk ke dalam kriteria dibutuhkan. Oleh karenanya, pengembangan E-Modul berbasis

RADEC terintegrasi pendekatan SETS dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan bahan ajar yang mencakup multimedia dan interaktif. Maka, penelitian dapat dilanjutkan pada tahap selanjutnya dari model ADDIE.

Hasil analisis kurikulum yang dilakukan didapatkan hasil bahwa diterapkan kurikulum merdeka di SMA Negeri 5 Langsa. Hasil ini didapatkan melalui wawancara yang telah dilakukan. Kurikulum merdeka menekankan pada pembelajaran berbasis proyek, fleksibilitas, dan pembentukan profil pelajar Pancasila. Kurikulum ini dirancang sebagai langkah strategis dalam meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia. Informasi ini sejalan dengan hasil angket kebutuhan bahwa guru belum pernah menggunakan model pembelajaran RADEC. Hal ini dikarenakan RADEC termasuk model pembelajaran baru dan salah satu model pembelajaran yang direkomendasikan dalam kurikulum merdeka.

Pada tahap analisis materi, peneliti menganalisis materi yang akan digunakan dalam E-Modul. Adapun materi kimia yang dipilih adalah materi kimia kelas X fase E. Dari beberapa materi, dipilih materi kimia hijau. Pemilihan materi ini didasarkan pada angket analisis kebutuhan bahwa dibutuhkan pengembangan E-Modul pada materi kimia hijau. Capaian pembelajaran pada fase ini menekankan pada konsep dasar kimia, termasuk kimia hijau dan prinsip-prinsipnya serta menekankan pada keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah dalam konteks berkelanjutan. Kimia hijau menekankan pengurangan zat berbahaya dan pencegahan polusi, selaras dengan tujuan pembangunan berkelanjutan. Mempelajari kimia hijau di tingkat sekolah menengah menumbuhkan kesadaran akan praktik berkelanjutan, mendorong desain proses kimia yang lebih aman, dan mempromosikan tanggung jawab lingkungan di antara peserta didik, pada akhirnya mempersiapkan mereka untuk berkontribusi pada inovasi dan solusi ramah lingkungan di masa depan (Usak, 2024).

Model pembelajaran RADEC adalah salah satu model pembelajaran inovatif yang mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan yang relevan dengan era modern, serta memastikan bahwa mereka menguasai konsep-konsep materi yang dipelajari (Andini & Fitria, 2021). Keunggulan dari model pembelajaran RADEC ini antara lain 1) mendorong peserta didik mengembangkan keterampilan abad-21 (Lestari et al., 2022;

Yulianti et al., 2022). 2) sintaks pembelajaran yang mudah diingat dan dipahami oleh guru (Sopandi & Handayani, 2018). Di antaranya adalah penelitian yang dilakukan oleh Rara & Waworuntu (2023) dan Hanum et al. (2023) yang menunjukkan bahwa model pembelajaran RADEC efektif meningkatkan hasil belajar peserta didik dalam pembelajaran kimia.

Model pembelajaran RADEC dikembangkan sebagai solusi atas kebutuhan model pembelajaran yang lebih relevan dengan kondisi Indonesia. RADEC hadir sebagai alternatif untuk meningkatkan kualitas proses dan hasil belajar peserta didik. Model pembelajaran ini tidak hanya fokus pada peningkatan hasil belajar namun juga pengembangan karakter dan kreativitas peserta didik. RADEC dirancang untuk mengakomodasi alokasi waktu yang terbatas dalam kurikulum, namun tetap memberikan hasil yang optimal. RADEC memiliki tahapan pembelajaran yang mudah diingat dimulai dari *Read, Answer, Discuss, Explain, dan Create*. Selain itu dengan tahap membaca dan menjawab pertanyaan peserta didik dibekali dengan pertanyaan pra-pembelajaran yang mempersiapkan mereka untuk diskusi yang akan meningkatkan kesiapan peserta didik dalam berpartisipasi aktif. Model pembelajaran ini menekankan pada diskusi kelompok setelah tahap menjelaskan, memungkinkan semua peserta didik untuk terlibat dalam berbagi pemahaman mereka. Ini menciptakan suasana belajar yang lebih interaktif. Pada tahap akhir (*Create*), peserta didik didorong untuk menghasilkan karya kreatif berdasarkan pemahaman mereka. Ini mendorong inovasi dan penerapan pengetahuan dalam konteks nyata (Sopandi, 2017).

Sementara untuk pendekatan yang dipilih adalah pendekatan SETS. Di mana pendekatan ini dalam pembelajaran kimia menawarkan kerangka kerja beragam yang meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta dengan mengintegrasikan sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat. Pendekatan ini tidak hanya memfasilitasi pemahaman yang lebih dalam tentang kimia tetapi juga mempersiapkan peserta didik untuk aplikasi dunia nyata (Nugraheni et al., 2023). Urutan pendekatan ini menginisiasi bahwa dalam penggunaan sains untuk membentuk teknologi dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat diperlukan pemikiran mendalam mengenai berbagai pengaruh terhadap lingkungan (Khasanah, 2015).

Dengan alasan – alasan di atas, peneliti memutuskan untuk mengembangkan E-Modul berbasis RADEC terintegrasi pendekatan SETS pada materi kimia hijau. Adapun beberapa penelitian terdahulu mengenai pengembangan bahan ajar berupa E-Modul berbasis RADEC maupun pendekatan SETS di antaranya adalah penelitian oleh Martinopa & Amini (2023) menunjukkan bahwa E-Modul berbasis RADEC yang dikembangkan sangat valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kognisi peserta didik. Sejalan dengan itu, Widiari, et al (2023) menemukan bahwa E-Modul berbasis RADEC yang mereka teliti juga efektif dalam meningkatkan rata-rata hasil belajar peserta didik. Selain itu, Putri & Syafriani (2022) melaporkan bahwa E-Modul berbasis SETS yang mereka kembangkan berhasil meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Pengembangan E-Modul berbasis RADEC terintegrasi pendekatan SETS pada materi kimia hijau sangat selaras dengan karakteristik kurikulum merdeka yakni 1) mendorong peserta didik untuk belajar secara aktif dan mandiri melalui aktivitas RADEC, 2) mengaitkan materi dengan konteks nyata (pendekatan SETS) sebagaimana yang ditekankan dalam kurikulum merdeka, 3) memfasilitasi pembelajaran berbasis proyek yang relevan dengan materi kimia hijau serta 4) mendukung penguatan profil pelajar Pancasila (Lestari dkk., 2023; Sutantri dkk., 2023). Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat dilakukan pengembangan bahan ajar kimia berupa E-Modul berbasis RADEC terintegrasi pendekatan SETS pada materi kimia hijau.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa (1) hasil analisis kebutuhan memiliki persentase rata-rata sebesar 77,08% dengan kriteria dibutuhkan. Hasil ini menunjukkan dibutuhkan pengembangan E-Modul berbasis RADEC terintegrasi pendekatan SETS (2) Telah diterapkan kurikulum merdeka di SMA Negeri 5 Langsa yang mana sudah diterapkan pada kelas X dan XI. (3) Berdasarkan analisis materi, materi kimia hijau dipilih sebagai materi yang akan dikembangkan di dalam E-Modul. Hasil tahap *analyze* menunjukkan bahwa terdapat kebutuhan yang signifikan untuk E-Modul interaktif yang dapat mendukung pembelajaran aktif dan kolaboratif. Dengan demikian, pengembangan E-Modul ini

diharapkan dapat menjadi solusi inovatif dalam pembelajaran kimia hijau, memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, serta mendukung tujuan Kurikulum Merdeka dalam membentuk peserta didik yang lebih mandiri dan berpikir kritis terhadap isu-isu lingkungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abadi, M. K., Pujiastuti, H., & Assaat, L. D. (2017). Development of Teaching Materials Based Interactive Scientific Approach towards the Concept of Social Arithmetic for Junior High School Student. *Journal of Physics: Conference Series*, 812(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012015>
- Abror, M., Suryani, N., & Ardianto, D. T. (2020). Digital Flipbook Empowerment as A Development Means for History Learning Media. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 8(2). <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v8i2.24122>
- Ahmar, A. S., & Rahman, A. (2017). Development of teaching material using an Android. *Global Journal of Engineering Education*, 19(1). <https://doi.org/10.26858/gjeev19i1y2017p737>
- Akbar, D., Candramila, W., & Mardiyanningsih, A. N. (2024). Pengembangan E-Module Pertumbuhan dan Perkembangan Diperkaya Informasi Hubungan Sanitasi Lingkungan dengan Stunting di Desa Jungkat Kabupaten Mempawah. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 12(1), 185. <https://doi.org/10.33394/bioscientist.v12i1.9887>
- Alfin, L. F., & Listiadi, A. (2021). Pengembangan Multimedia Interaktif Berbasis Ispring Suite 8 sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Pelajaran Praktikum Akuntansi Lembaga. *Jurnal Dimensi Pendidikan Dan Pembelajaran*, 9(1). <https://doi.org/10.24269/dpp.v9i1.2780>
- Alya, A., & Dwiningsih, K. (2024). Project Based Interactive Colloidal E-Module in Chemistry Learning to Improve Student's Science Process Skills and

- Understanding Concepts. *Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 14(1). <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.2738>
- Andini, S.R., & Fitria, Y. (2021). Pengaruh Model RADEC pada Pembelajaran Tematik Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Sekolah Dasar. *Jurnal BASICEDU*, 5(3). <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.960>
- Faizah, S. N. (2020). Hakikat Belajar Dan Pembelajaran. *At-Thullab : Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah*, 1(2), <https://doi.org/10.30736/atl.v1i2.85>
- Fitriya, Y., Satiantoro, A. F. R. N., Sari, N., & Pratama, M. D. (2022). Media Pembelajaran Tata Surya Berbasis Virtual Reality Sebagai Inovasi Teknologi Era Society 5.0. *EDUTECH : Jurnal Inovasi Pendidikan Berbantuan Teknologi*, 2(3). <https://doi.org/10.51878/edutech.v2i3.1472>
- Habibi, M., Chandra, C., Mahyuddin, R., & Hendri, S. (2018). Validity of Teaching Materials for Writing Poetry Based on Creative Techniques in Elementary Schools. *Mimbar Sekolah Dasar*, 5(3). <https://doi.org/10.17509/mimbar-sd.v5i3.14501>
- Haryani, M.E., & Edi, R. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Multimedia Pada Pembelajaran Kimia Dasar FKIP Universitas Sriwijaya. *Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia : Kajian Hasil Penelitian Pendidikan Kimia*, 6(1). Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/267822943.pdf>
- Hasibuan, H. Y., Oktiarina, V., Rezaini, M. S. H., Nulhakim, L., & Ruhiat, Y. (2023). Needs Analysis for Developing Virtual Field Trips-Based Learning Media in Elementary School Science Learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4261>
- Irmawati, Baktiar, M., & Hutapea, B. (2023). Pemanfaatan E-Modul Bahan Ajar Berbasis Aplikasi Canva pada Prodi Pendidikan Matematika dalam Proses Pembelajaran Jarak Jauh. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 3(1). <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.2738>
- Koeper, I., Shapter, J., North, V., & Houston, D. (2020). Turning chemistry education on its head: Design, experience and evaluation of a learning-centred 'modern chemistry' subject. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 17(3). <https://doi.org/10.53761/1.17.3.13>
- Lastri, Y. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Bahan Ajar E-Modul Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Citra Pendidikan*, 3(3). <https://doi.org/10.38048/jcp.v3i3.1914>
- Lestari, H., Rahmawati, I., Yudianti, I. G. A., Rifatunisa, A., & Mardiatama, W. (2023). Implementasi Model Pembelajaran Radec Dalam Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila, Kurikulum Merdeka Di Sekolah Dasar. *Primary Education Dedicate Journal*, 1(01). <https://doi.org/10.56406/primaryeducativededicatejournal.v1i01.268>
- Manurung, A.J. & Zubir, M. (2023). Pengembangan E-Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Masalah Terintegrasi STEM Pada Materi Larutan Penyangga. *Pediaqu : Jurnal Pendidikan Sosial dan Humaniora*, 2(2). Retrieved from <https://publisherqu.com/index.php/pediaqu/article/view/195>
- Manzil, E. F., & Anas Thohir, S. M. (2022). Pengembangan E-Modul Interaktif Heyzine Flipbook Berbasis Scientific Materi Siklus Air Bagi Siswa Kelas V Sekolah Dasar. *Sekolah Dasar: Kajian Teori Dan Praktik Pendidikan*, 31(2), 112–126. Retrieved from <https://pdfs.semanticscholar.org/9d12/5be990dc9ea2f93f4180b73bcdfeb1dd70a.pdf>
- Marpaung, N., Simanjuntak, M. P., Siagian, E., & Sinaga, L. (2021). Desain Pembelajaran Lms Berbasis Moodle Untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Ipa Siswa Smp. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika (INPAFI)*, 1. Retrieved from <https://digilib.unimed.ac.id/id/eprint/43283/>
- Martinopa, L., & Amini, R. (2023). Development of E-Modules Based on Read-Answer-

- Discuss-Explain and Create (RADEC) Assisted by 3D Pageflip Professional on the Theme 6 Subtheme 1 "Temperature and Heat." *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(5). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i5.3913>
- Mastura, M., & Santaria, R. (2020). Dampak Pandemi Covid-19 terhadap Proses Pengajaran Bagi Guru dan Siswa. *Jurnal Studi Guru Dan Pembelajaran*, 3(2). <https://doi.org/10.30605/jsgp.3.2.2020.293>
- Muammar, M & Suhartina, S. (2018). Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi dalam Meningkatkan Minat Belajar Akidah Akhlak. *KURIOSITAS : Media Komunikasi Sosial dan Keagamaan*, 11(2). <https://doi.org/10.35905/kur.v11i2.728>
- Mukkaramah, Hartini, S., & Salam, A. (2016). Pengembangan Modul Fisika pada Pokok Bahasan Listrik Dinamis dengan Menggunakan Model Discovery Learning di SMAN 5 Banjarmasin. *Jurnal Fisika Flux*, 13(2). <http://dx.doi.org/10.20527/flux.v13i2.3141>
- Mulyani, F., & Haliza, N. (2021). Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) Dalam Pendidikan. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)*, 3(1). <https://doi.org/10.31004/jpdk.v3i1.1432>
- Negara, H. R. P., Syaharuddin, S., Kurniawati, K. R. A., Mandailina, V., & Santosa, F. H. (2019). Meningkatkan Minat Belajar Siswa Melalui Pemanfaatan Media Belajar Berbasis Android Menggunakan Mit App Inventor. *Selaparang Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 2(2). <https://doi.org/10.31764/jpmb.v2i2.887>
- Nursamsudin, I. (2016). Konsep Dan Karakteristik Pendekatan Pembelajaran Sets (Science, Environment, Technology, Society) Pada Pelajaran Kimia SMA. *Seminar Nasional Pendidikan*, 1(0711). Retrived from <https://www.neliti.com/publications/116559/konsep-dan-karakteristik-pendekatan-pembelajaran-sets-science-environment-techno#cite>
- Nursyam, A. (2019). Peningkatan Minat Belajar Siswa Melalui Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Ekspose: Jurnal Penelitian Hukum Dan Pendidikan*, 18(1). <https://doi.org/10.30863/ekspose.v18i1.371>
- Putri, S. R., & Syafriani, -. (2022). Pengembangan E-Modul Fisika Berbasis SETS ( Science, Environment, Techonogy, So-ciety) untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik SMA/MA. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 8(2). <https://doi.org/10.24036/jppf.v8i2.119361>
- Salampessy, Y.M., & Suparman. (2019). Analisis Kebutuhan E-Modul Berbasis PBL Berpendekatan STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Kreatif. *Prosiding Sendika*, 5(1).
- Sopandi, W. (2017). The Quality Improvement of Learning Processes and Achievements Through the Read Answer-Discuss-Explain-and Create Learning Model Implementation. In *Proceeding 8<sup>th</sup> Pedagogy International Seminar*, 8(October).
- Sumiati, A., Widyastuti, U., & Sariwulan, T. (2017). Workshop Pengembangan Bahan Ajar Modul Berdasarkan Pendekatan Scientific Pada Kurikulum 2013 Sebagai Sumber Pembelajaran Guru SMK Di Kabupaten Bekasi. *Jurnal Pemberdayaan Masyarakat Madani (JPMM)*, 1(1). <https://doi.org/10.21009/jpmm.001.1.07>
- Sutantri, N., Sopandi, W., Wahyu, W., & Latip, A. (2023). Model Pembelajaran RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, and Create) Ditinjau dari Perspektif Pembentukan Profil Pelajar Pancasila. *EduMatSains : Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 7(2). <https://doi.org/10.33541/edumatsains.v7i2.4045>
- Sutantri, N., Sopandi, W., Wahyu, W., & Latip, A. (2023). Model Pembelajaran RADEC (Read, Answer, Discuss, Explain, and Create) Ditinjau dari Perspektif

- Pembentukan Profil Pelajar Pancasila. *EduMatSains : Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 7(2). <https://doi.org/10.33541/edumatsains.v7i2.4045>
- Suwastika, I. W. K. (2018). Pengaruh E Learning sebagai Salah Satu Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Terhadap Motivasi Belajar Mahasiswa. *Jurnal Informatika (JSI)*, 13(1). Retrieved from <https://jsi.stikom-bali.ac.id/index.php/jsi/article/view/185>
- Syaputrizal, N., & Jannah, R. (2019). Media Pembelajaran Fisika Berbasis Mobile Learning pada Platform Android Menggunakan Aplikasi App Inventor untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Peserta Didik. *Natural Science: Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 5(1). <https://doi.org/10.15548/nsc.v5i1.901>
- Usak, M. (2024). Green Chemistry Education. *Problems of Education in the 21st Century*, 82(5), 581–584. <https://doi.org/10.33225/pec/24.82.581>
- Usak, M. (2024). Green Chemistry education. *Problems of Education In the 21<sup>st</sup> Century*, 82(5), 581–584. <https://doi.org/10.33225/pec/24.82.581>
- Widiari, L. E. R., Margunayasa, I. G., & Wibawa, I. M. C. (2023). Efektivitas E-Modul Berbasis RADEC untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPAS Bab Wujud Zat dan Perubahannya. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 7(1). <https://doi.org/10.23887/jipp.v7i1.59281>
- Widodo, S. A., Prahmana, R. C. I., Purnami, A. S., & Turmudi. (2018). Teaching materials of algebraic equation. *Journal of Physics: Conference Series*, 943(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/943/1/012017>
- Winarni, Suparmi, & Sarwanto. (2014). Pengembangan Modul Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Pokok Bahasan Kalor Untuk Sma/Ma Kelas X. *Inkuiri*, 3(01).
- Yulian, V. N. (2018). Developing Teaching Materials Using Comic Media to Enhance Students' Mathematical Communication. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 335(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/335/1/012110>
- Zulfah, S., Nurjayadi, M., & . Z. (2024). Development of an Electronic Module (E-Module) Chemistry Based on POE (Predict, Observe, Explain) on Reaction Rate Study Materials. *KnE Social Sciences*. <https://doi.org/10.18502/kss.v9i8.15564>