



## Analisis Kebutuhan Pengembangan Prototype e-Modul Kimia Hijau Terintegrasi TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*)

Putri Ade Rahma Yulis\* & Nurul Fauziah

Department of Chemistry Education, Faculty of Teacher Training and Education, Universitas Islam Riau Jl. Kaharuddin Nasution No 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru, Riau, Indonesia 28284

\* Corresponding Author e-mail: [putriaderahmayulis@edu.uir.ac.id](mailto:putriaderahmayulis@edu.uir.ac.id)

### Sejarah Artikel

Received: 12-10-2024

Revised: 19-12-2024

Published: 31-12-2024

**Kata kunci:** analisis kebutuhan, e-modul, kimia hijau, TPACK,

### Abstract

Kondisi saat ini masih terbatasnya bahan ajar kimia yang terintegrasi TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) khususnya pada materi Kimia Hijau dikarenakan materi ini merupakan materi baru dalam ranah kurikulum merdeka Fase E kelas X. Guru hanya menggunakan buku cetak sebagai bahan ajar ataupun tambahan materi yang dibuat dalam bentuk PPT dan modul dari Kementerian Pendidikan. Hal ini menjadi salah satu penyebab munculnya beberapa permasalahan dalam pembelajaran. Penelitian ini merupakan tahap awal sebagai dasar pengembangan e-modul kimia hijau yang terintegrasi TPACK. Model pengembangan yang digunakan adalah ADDIE yang terdiri dari lima tahap yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*. Penelitian ini dibatasi pada tahap analisis kebutuhan yang meliputi analisis Capaian Pembelajaran (CP) pada Fase E, dan analisis topik-topik pada materi kimia, analisis masalah dan kebutuhan guru serta masalah dan kebutuhan siswa. Instrumen pengumpulan data menggunakan wawancara dan angket. Subjek penelitian ini terdiri dari 12 orang guru kimia dan 84 siswa yang berasal dari Provinsi Riau dan Kepulauan Riau. Hasil penelitian analisis awal ini meliputi analisis pokok materi kelas X dimana terdapat 5 topik materi dan berdasarkan angket kebutuhan topik tersebut termasuk topik dengan presentase tertinggi untuk dikembangkan menjadi e-modul karena dianggap sulit oleh sebagian besar responden. Kemudian diperoleh pula hasil bahwa masih terdapat beberapa kekurangan pada bahan ajar yang digunakan saat ini, sehingga 94% siswa dan 100% guru menyatakan memerlukan pengembangan bahan ajar berbasis TPACK.

## *Need Analysis of the Development of TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) Integrated Green Chemistry e-Module Prototype*

### Article History

Received: 12-10-2024

Revised: 19-12-2024

Published: 31-12-2024

**Keywords:** need analysis; e-module; green chemistry; TPACK

### Abstract

The current condition is still limited in integrated chemistry teaching materials with TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) especially in Green Chemistry material because this material is a new material in the realm of the merdeka curriculum in 10<sup>th</sup> Grade of E Phase in Senior High School. Teachers only use printed books as teaching materials or additional materials made in the form of PPTs and modules from the Ministry of Education. This is one of the causes of several problems in learning. This research is the initial stage as the basis for the development of an integrated green chemistry e-module with TPACK. The development model used is ADDIE which consists of five stages, namely *Analysis, Design, Development, Implementation* and *Evaluation*. This research is limited to the needs analysis stage which includes the analysis of Learning Outcomes (CP) of E Phase, and analysis of topics on chemistry materials, analysis of problems and needs of teachers and problems and needs of students. The data collection instrument uses interviews and questionnaires. The subjects of this study consisted of 12 chemistry teachers and 84 students from Riau and Kepulauan Riau Province. The results of this preliminary analysis research include an analysis of the subject matter of 10<sup>th</sup> Grade class while there are 5 material topics and based on the questionnaire the needs of these topics include the topics with the highest

*percentage to be developed into e-modules because they are considered difficult by most respondents. Then the results were also obtained that there are still some shortcomings in the teaching materials used today, so that 94% of students and 100% of teachers stated that they need the development of TPACK-based teaching materials.*

**How to Cite:** Yulis, P., & Fauziah, N. (2024). Needs Analysis of the Development of TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) Integrated Green Chemistry e-Module Prototype. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(6), 1477-1495. doi:<https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i6.13879>

 <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i6.13879>

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



## PENDAHULUAN

Bidang kimia termasuk salah satu bidang IPA (Ilmu Pengetahuan Alam) yang cukup kompleks karena selain berkaitan dengan numerik juga terdapat konsep-konsep teoritis yang harus dipahami. Berdasarkan wawancara tak terstruktur dengan beberapa guru kimia diketahui bahwa belum adanya bahan ajar kimia hijau yang khusus terintegrasi TPACK, hanya terbatas menggunakan buku cetak, buku panduan IPA untuk guru dari Kementerian, materi tambahan dalam bentuk power point (PPT) serta adanya modul guru sebagai bahan ajar namun belum terintegrasi teknologi. Hal ini menjadi salah satu penyebab kurangnya ketertarikan siswa dalam mengikuti proses belajar mengajar dan pemahaman yang lebih mendalam akibatnya materi yang sulit dipahami dan mudah dilupakan oleh siswa, sehingga diharapkan adanya perubahan cara penyampaian pengetahuan yang dilakukan dengan pembaharuan bahan ajar yang digunakan dapat meningkatkan pencapaian tujuan pembelajaran tersebut.

TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) adalah kerangka kerja yang memadukan pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten untuk mendukung pengajaran yang efektif. Dalam konteks kimia hijau, kerangka ini sangat penting untuk memastikan materi yang disampaikan tidak hanya relevan secara keilmuan, tetapi juga disajikan menggunakan teknologi yang mendukung pembelajaran aktif. Kimia hijau memfokuskan pada pendekatan berkelanjutan untuk pembelajaran kimia, seperti konsep efisiensi atom, penggunaan bahan ramah lingkungan, dan minimalisasi limbah. Penerapan TPACK memungkinkan pendidik: 1) Mengintegrasikan konten kimia hijau sehingga mampu menjelaskan konsep kimia hijau yang kompleks, seperti prinsip-prinsip dasar kimia hijau; 2) Menggunakan teknologi inovatif seperti simulasi laboratorium virtual atau e-modul interaktif dapat digunakan untuk menggantikan eksperimen langsung yang mungkin menghasilkan limbah kimia. Ini mendukung tujuan kimia hijau dalam mengurangi dampak lingkungan ; dan 3) Memilih strategi pedagogis yang tepat dengan metode seperti pembelajaran berbasis masalah (PBL) atau pembelajaran berbasis proyek (PjBL), yang sesuai untuk eksplorasi konsep kimia hijau (Ulfah\* & Erlina, 2022).

Dengan demikian, penerapan TPACK dalam pengembangan e-modul kimia hijau dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep kimia yang berkelanjutan. TPACK menekankan bagaimana pemahaman guru tentang teknologi, konten, dan pendekatan pedagogis tertentu berinteraksi satu sama lain untuk menghasilkan pengajaran yang efektif (Rahmadi, 2019). TPACK bukan hanya jenis pengetahuan baru tetapi juga kerangka kerja yang dapat digunakan untuk menilai pengetahuan guru tentang integrasi teknologi dalam pembelajaran (Irmita & Atun, 2017). Salah satu sumber belajar yang saat ini sedang berkembang pesat adalah dalam bentuk bahan ajar digital karena kita ketahui bahwa pembelajaran tidak hanya dilakukan secara langsung tetapi juga dapat dilaksanakan online secara mandiri (Nita Sunarya Herawati, 2018). Sesuai tuntutan Kurikulum saat ini yaitu terjadinya pembelajaran secara mandiri dengan

memanfaatkan peran teknologi informasi dan komunikasi untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pembelajaran (Romayanti et al., 2020). Salah satu jenis bahan ajar digital yang dapat digunakan secara mandiri dan sistematis oleh siswa berupa e-modul. E-Modul adalah seperangkat media pengajaran digital non-cetak disusun secara sistematis dan diaplikasikan untuk keperluan belajar mandiri, maka dari itu bisa menuntut peserta didik untuk memecahkan masalah dengan caranya sendiri serta kelebihan lainnya pada e-modul tidak hanya terbatas teks dan gambar tetapi juga terdapat video, animasi, simulasi dan hal lainnya (Asmiyunda, Guspatni, 2018).

Sebagai bagian dari ilmu pengetahuan alam, kimia berhubungan langsung dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Dengan belajar kimia, siswa diharapkan dapat belajar tentang dirinya dan lingkungannya, sehingga mampu mengaplikasikannya pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari dan dalam memecahkan masalah sebagai prospek belajar kimia selanjutnya. Keterampilan literasi kimia didefinisikan sebagai tingkat kemampuan individu untuk memiliki pengetahuan ilmiah dan menggunakannya untuk berpikir kritis dan kreatif, serta menganalisis fenomena ilmiah berdasarkan keilmuan bukti yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Keterampilan literasi kimia terdiri dari empat tingkatan, yaitu 1) nominal literasi, mampu mengenali konsep inti; 2) literasi fungsional, mampu menentukan inti konsep; 3) literasi konseptual, mampu menggunakan konsep kimia untuk mengidentifikasi fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari; dan 4) literasi multidimensi, mampu menghubungkan konsep dan inkuiri ilmiah dengan proses pengambilan keputusan berdasarkan sudut pandang sosial (F S Irwansyah, I Lubab, 2017). Proses integrasi TPACK kedalam bahan ajar merupakan salah satu cara yang dapat digunakan agar siswa dapat pemahaman secara langsung atau aplikatif mengenai suatu fenomena atau permasalahan kedalam suatu konsep pembelajaran.

Berdasarkan masalah yang dipaparkan, maka peneliti akan mengembangkan prototipe bahan ajar digital berupa e-modul dengan keterbaruannya adalah mengintegrasikan TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) berupa video-video dalam bentuk QR Code, quis dari beberapa aplikasi, contoh-contoh riset lingkungan dari sumber referensi karya ilmiah yang telah dilakukan peneliti sendiri sebelumnya diantaranya (P. A. R. Yulis, 2019), (P. A. rahma Yulis, 2018), (P. A. R. Yulis & Sari, 2020), (P. A. R. Yulis & Sari, 2022), (P. A. R. Yulis et al., 2020), (P. A. R. Yulis & Desti 2, 2020), (P. A. R. Yulis, 2018), (P. A. R. Yulis et al., 2018), dan (P. Yulis & Sari, 2021) dapat diintegrasikan kedalam materi kimia hijau dengan tujuan siswa dapat langsung memahami penerapan aplikasi kimia hijau tersebut dan juga sebagai salah satu upaya mengurangi tingginya angka pencemaran lingkungan jika tersedianya sumber belajar yang memberikan informasi terkini terkait lingkungan maka dapat membentuk sikap dan kepedulian terhadap lingkungan dan tanggap terhadap penyelesaian permasalahan lingkungan., kemudian dari aspek pedagogik dalam e-modul ini sesuai tuntutan kurikulum merdeka saat ini maka akan dihubungkan dengan penyajian materi dengan model PBL dan PjBL serta dari segi konten pengetahuan akan disesuaikan dengan silabus pembelajaran saat ini.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D) dengan menggunakan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Penelitian ini merupakan tahapan pertama yaitu *Analysis* yang mencakup analisis CP (Capaian Pembelajaran), analisis materi kimia, analisis kebutuhan siswa dan analisis kebutuhan guru. Komponen TPACK: *Content Knowledge (CK)*,

*Pedagogical Knowledge (PK)*, *Technological Knowledge (TK)*. Pada tahap analisis ini bentuk penerapan TPACK diantaranya: 1). Menganalisis kebutuhan pembelajaran berdasarkan kurikulum yang berlaku, terutama terkait materi yang akan dimasukkan dalam e-modul (*Content Knowledge*) ; 2). Mengidentifikasi pendekatan pedagogis yang paling sesuai dengan materi, seperti pembelajaran berbasis masalah atau berbasis proyek (*Pedagogical Knowledge*) ; 3). Mengevaluasi teknologi yang tersedia di sekolah, seperti perangkat keras (tablet, komputer) dan perangkat lunak pendukung (*Technological Knowledge*) serta aplikasi lainnya yang dapat dikombinasikan kedalam e-modul ; 4). Menyusun dokumen kebutuhan yang menghubungkan teknologi, pedagogi, dan konten sebagai dasar pengembangan ke tahap selanjutnya. Penelitian ini masuk kedalam jenis penelitian deskriptif yang dilakukan dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan serta menginterpretasikan hasil yang didapatkan sesuai apa adanya.

### Subjek Penelitian

Subjek penelitian terdiri dari 12 orang guru Kimia dari Provinsi Riau dan Kepulauan Riau serta siswa SMA yang telah mempelajari Kimia Hijau pada Fase E Kurikulum Merdeka sebanyak 84 orang untuk responden tahap analisis kebutuhan. Guru dan siswa mengisi angket kebutuhan pengembangan modul yang akan dikembangkan.

### Teknik Pengumpulan Data

1. Wawancara dan angket analisis kebutuhan Guru
2. Wawancara dan angket analisis kebutuhan Siswa
3. Lembar observasi analisis rancangan pembelajaran Kimia

### Teknik Analisis Data

Analisis deskriptif terkait kebutuhan guru kimia, kebutuhan siswa dan rancangan pembelajaran Kimia hijau. Menurut (Sastroadmojo, 2018) untuk menganalisis angket yang telah diperoleh maka peneliti mengubah data tersebut dalam bentuk persentase dengan menggunakan rumus persentase, yaitu:

$$P = \frac{F}{N} \times 100 \%$$

dimana, P = Persentase; F = Frekuensi Skor Jawaban; dan N = Jumlah Responden. Indikator untuk penyusunan instrumen penelitian analisis pendahuluan ini mengenai beberapa hal diantaranya ketersediaan sumber belajar, kemampuan penggunaan teknologi, dan kebutuhan terhadap bahan ajar alternatif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini merupakan tahapan awal dari proses pengembangan e-modul kimia hijau terintegrasi TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) dengan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu *Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation*. Pada penelitian ini dibatasi pada tahapan *Analysis* yang meliputi : analisis CP (Capaian Pembelajaran) Fase E materi Kimia, analisis materi kimia kelas X , analisis masalah dan kebutuhan guru kimia serta analisis masalah dan kebutuhan siswa. Tujuan tahapan ini adalah menganalisis perlunya pengembangan bahan ajar dalam rangka pencapaian tujuan pembelajaran. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan (Cahyadi, 2019) dan (Fauziah et al., 2021) analisis pendahuluan bertujuan untuk mengumpulkan data awal sebagai dasar pengembangan modul belajar dan oleh (Reiser & Dempsey, 2012) bahwa tahap analisis kebutuhan berfokus pada identifikasi kebutuhan pembelajaran, termasuk kebutuhan peserta

didik, tujuan pembelajaran, dan konten yang relevan. Model ini memastikan bahwa modul yang dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna dan mencapai hasil yang diinginkan secara efektif.

Pengembangan e-modul kimia hijau yang berbasis TPACK bertujuan untuk memastikan bahwa teknologi, pedagogi, dan konten terintegrasi secara holistik untuk mendukung pembelajaran yang efektif. Framework TPACK telah terbukti mampu meningkatkan kualitas pembelajaran dengan mengintegrasikan teknologi secara strategis ke dalam pendekatan pedagogis dan konten spesifik (Mishra & Koehler, 2006). Teknologi dalam e-modul digunakan untuk menciptakan pengalaman belajar interaktif dan mendalam. Dalam e-modul ini dapat diintegrasikan berupa simulasi virtual seperti penggunaan perangkat lunak *PhET Simulations* untuk memvisualisasikan proses kimia hijau, seperti mekanisme reaksi ramah lingkungan, yang dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep abstrak (Perkins et al., 2006) selain itu bentuk integrasi teknologi yang dapat dilakukan dibuat dalam bentuk video animasi yang membantu menjelaskan prinsip kimia hijau dengan cara yang menarik dan mudah dipahami. Animasi video terbukti efektif dalam menyampaikan informasi ilmiah yang kompleks (Mayer, 2005).

Kemudian sebagai bentuk evaluasi dibuat quis inetraktif dalam format digital dengan umpan balik langsung dapat meningkatkan keterlibatan siswa dan memperkuat pemahaman mereka terhadap materi (Chi & Wylie, 2014). Selanjutnya dari sisi pedagogi e-modul ini dirancang untuk mendukung strategi pembelajaran seperti: 1). Pembelajaran Berbasis Proyek (Project-Based Learning) dimana siswa diajak mengembangkan solusi untuk masalah nyata, seperti desain reaksi kimia yang ramah lingkungan, yang sesuai dengan rekomendasi penelitian bahwa PBL dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaboratif siswa; 2). Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) dimana e-modul menyediakan langkah-langkah eksperimen virtual yang memungkinkan siswa untuk menyelidiki prinsip-prinsip kimia hijau secara mandiri, sejalan dengan pendekatan inkuiri yang efektif untuk pembelajaran sains (Council et al., 2015).

Dari aspek konten dalam kimia hijau pada e-modul difokuskan pada penyampaian konten kimia hijau yang relevan dengan kurikulum, seperti: 1). 12 Prinsip kimia hijau: Setiap prinsip dijelaskan dengan bantuan video, diagram interaktif, dan studi kasus nyata, yang telah direkomendasikan sebagai pendekatan efektif untuk pembelajaran berbasis lingkungan (Anastas & Warner, 2000) ; 2). Proses sintesis berkelanjutan: Simulasi eksperimen yang menampilkan proses kimia dengan minimal limbah, sesuai dengan studi bahwa penggunaan simulasi dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa (Rutten et al., 2012); 3). Penerapan Kimia Hijau di kehidupan nyata: modul mencakup contoh praktis seperti penggunaan katalis heterogen untuk reaksi lebih efisien, yang merupakan aspek penting dari pembelajaran berbasis kontekstual.

Dengan integrasi ini, e-modul kimia hijau berbasis TPACK dirancang untuk memberikan pembelajaran yang lebih relevan, interaktif, dan berkelanjutan. Strategi ini mendukung pembelajaran abad ke-21 yang memadukan teknologi dan pedagogi untuk memfasilitasi pembelajaran berbasis sains.

### **Analisis Capaian Pembelajaran (CP)**

Pada proses pembelajaran salah satu hal yang sangat penting adalah CP yang menjadi landasan atau pegangan seorang guru. Berdasarkan analisis CP pada Fase E yang digunakan dalam pembelajaran kimia, maka didapatkan hasil sebagaimana tersaji pada Tabel 1

Tabel 1. Capaian Pembelajaran (CP) Kimia Fase E

<b>Jenis Capaian</b>	<b>Capaian Umum</b>
Capaian Umum	Pada akhir fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk merespon isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah. Kemampuan tersebut antara lain mengidentifikasi, mengajukan gagasan, merancang solusi, mengambil keputusan, dan

Jenis Capaian	Capaian Umum
	<p>mengkomunikasikan dalam bentuk proyek sederhana atau simulasi visual menggunakan aplikasi teknologi yang tersedia terkait dengan energi alternatif, pemanasan global, pencemaran lingkungan, nanoteknologi, bioteknologi, kimia dalam kehidupan sehari-hari, pemanfaatan limbah dan bahan alam, pandemi akibat infeksi virus. Semua upaya tersebut diarahkan pada pencapaian tujuan pembangunan yang berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Melalui pengembangan sejumlah pengetahuan tersebut dibangun pula akhlak mulia dan sikap ilmiah seperti jujur, objektif, bernalar kritis, kreatif, mandiri, inovatif, bergotong royong, dan berkebhinekaan global.</p>
<p>Capaian per Elemen</p>	<p>Pemahaman Kimia :</p> <p>Peserta didik mampu mengamati, menyelidiki dan menjelaskan fenomena sesuai kaidah kerja ilmiah dalam menjelaskan konsep kimia dalam kehidupan sehari-hari; menerapkan konsep kimia dalam pengelolaan lingkungan termasuk menjelaskan fenomena pemanasan global; menuliskan reaksi kimia dan menerapkan hukum-hukum dasar kimia; memahami struktur atom dan aplikasinya dalam nanoteknologi</p> <p>Keterampilan Proses :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Mengamati Mampu memilih alat bantu yang tepat untuk melakukan pengukuran dan pengamatan. Memperhatikan detail yang relevan dari obyek yang diamati.</li> <li>Mempertanyakan dan memprediksi Mengidentifikasi pertanyaan dan permasalahan yang dapat diselidiki secara ilmiah. Peserta didik menghubungkan pengetahuan yang telah dimiliki dengan pengetahuan baru untuk membuat prediksi.</li> <li>Merencanakan dan melakukan penyelidikan Peserta didik merencanakan penyelidikan ilmiah dan melakukan langkah-langkah operasional berdasarkan referensi yang benar untuk menjawab pertanyaan. Peserta didik melakukan pengukuran atau membandingkan variabel terikat dengan menggunakan alat yang sesuai serta memperhatikan kaidah ilmiah.</li> <li>Memproses, menganalisis data dan informasi Menafsirkan informasi yang didapatkan dengan jujur dan bertanggung jawab. Menganalisis menggunakan alat dan metode yang tepat, menilai relevansi informasi yang ditemukan dengan mencantumkan referensi rujukan, serta menyimpulkan hasil penyelidikan.</li> <li>Mengevaluasi dan refleksi Peserta didik berani dan santun dalam mengevaluasi kesimpulan melalui perbandingan dengan teori yang ada. Menunjukkan kelebihan dan kekurangan proses penyelidikan dan efeknya pada data. Menunjukkan permasalahan pada metodologi.</li> <li>Mengomunikasikan hasil Mengomunikasikan hasil penyelidikan secara utuh termasuk di dalamnya pertimbangan keamanan, lingkungan, dan etika yang ditunjang dengan argumen, bahasa serta konvensi sains yang sesuai konteks penyelidikan. Menunjukkan pola berpikir sistematis sesuai format yang ditentukan.</li> </ol>

Berdasarkan Capaian Pembelajaran tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa tujuan utamanya adalah diharapkan siswa memahami pembelajaran kimia secara kontekstual berdasarkan hal-hal yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan dapat memanfaatkan konsep-konsep materi kimia yang dipelajari sebagai dasar atau landasan mengatasi permasalahan-permasalahan yang mereka temui di lingkungan dan kehidupan sehari-hari sehingga pembelajaran kimia menjadi lebih bermakna. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan Tobiszewski et al., (2010) dapat memberikan pemahaman kepada siswa tentang dampak lingkungan dan praktik berkelanjutan.

### Analisis Materi-Materi Kimia pada Kelas X SMA

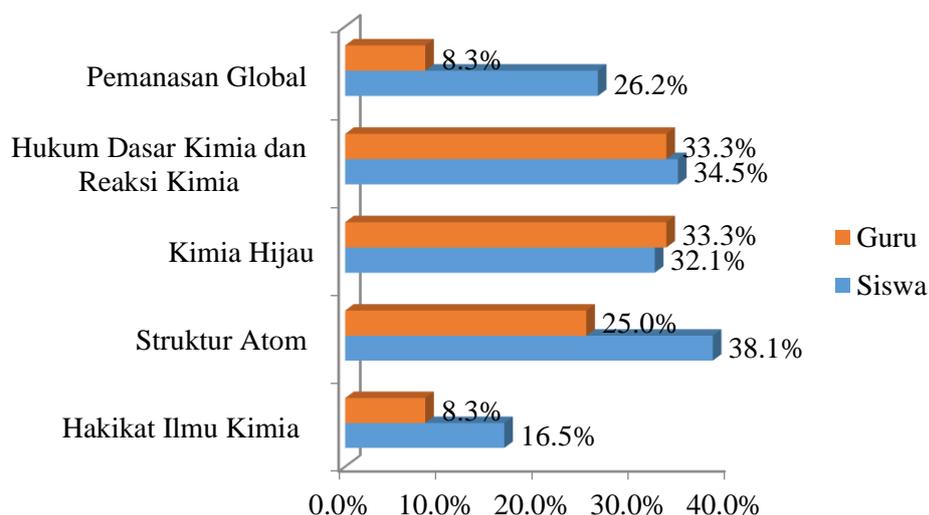
Terdapat beberapa topik materi kimia yang dipelajari pada Fase E kelas X berdasarkan dokumen dari sekolah dan Kemdikbudristek (Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi). Adapun materi-materi sebagaimana tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Topik Pembelajaran yang Terdapat pada Pelajaran Kimia Kelas X

No	Topik Pembelajaran
1	Hakikat Ilmu Kimia
2	Struktur Atom
3	Kimia Hijau
4	Hukum Dasar Kimia dan Reaksi Kimia
5	Pemanasan Global

Berdasarkan analisis materi kimia pada kelas X dapat dilihat terdapat 5 topik materi. Hasil analisis materi ini bertujuan agar e-modul yang dihasilkan sesuai dengan kurikulum dan kebutuhan mahasiswa. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh (Tia Yuliana, Milya, 2020) bahwa adanya analisis rencana pembelajaran untuk mengetahui kesesuaian isi dan materi pembelajaran yang dibutuhkan dalam pengembangan modul pembelajaran. Adanya kesesuaian antara rencana yang digunakan dengan bahan kajian yang dipelajari akan dapat memudahkan tercapainya tujuan pembelajaran pada proses perkuliahan yang harus dicapai oleh mahasiswa. Hal ini juga sejalan dengan pendapat (Mustika et al., 2023) yang menyatakan bahwa analisis rencana pembelajaran digunakan untuk melihat kesesuaian dengan bahan kajian dan memudahkan pencapaian tujuan perkuliahan.

Dari hasil penyebaran angket kebutuhan terhadap pengembangan bahan ajar yang membutuhkan tambahan contoh relevansi di kehidupan sehari-hari didapatkan hasil dengan sebagaimana tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase kebutuhan materi yang akan dikembangkan menjadi e-modul dari Guru dan siswa

Berdasarkan data kebutuhan dapat dilihat bahwa untuk materi kimia hijau termasuk urutan ke tiga yang paling dibutuhkan siswa dan guru untuk dikembangkan bahan ajar tambahan khusus dengan contoh-contoh relevansi didalam kehidupan sehari-hari serta berdasarkan CP materi kimia hijau juga mendukung pencapaian tujuan terkait pemanfaatan limbah dan bahan alam dan pembangunan yang berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Hal ini sejalan dengan pendapat (Tobiszewski et al., 2010) bahwa teori kimia hijau ini berfokus pada

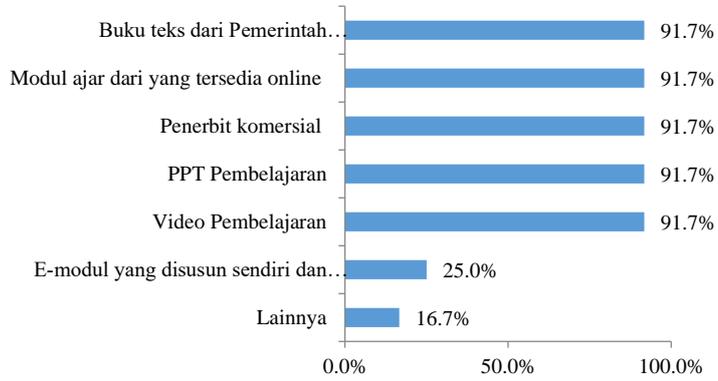
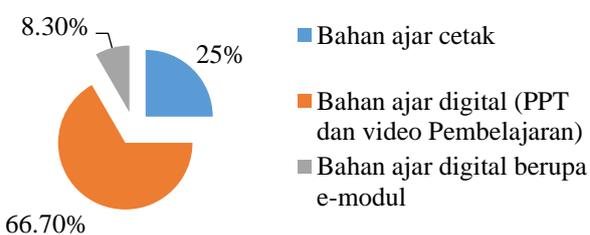
pendekatan yang berkelanjutan untuk praktik kimia, dengan prinsip-prinsip seperti penggunaan bahan kimia ramah lingkungan, minimisasi limbah, dan efisiensi energi.

### Analisis Masalah dan Kebutuhan Guru Kimia

Analisis pendahuluan selanjutnya berkaitan dengan permasalahan dan kebutuhan guru kimia. Pada tahapan ini dilakukan wawancara tak terstruktur dan penyebaran angket ke 12 guru kimia dari Provinsi Riau dan Kepulauan Riau.

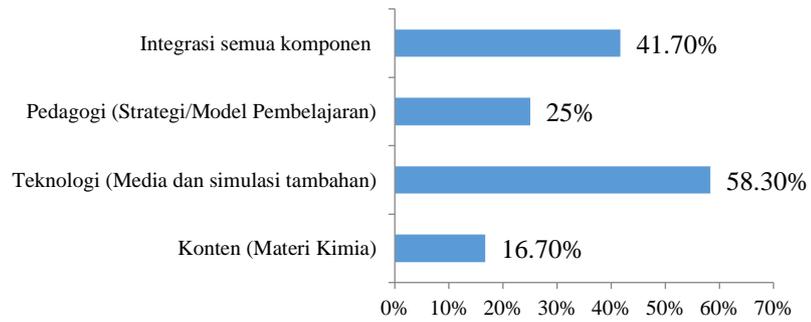
Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa guru umumnya menggunakan Buku yang disediakan pihak sekolah sebagai rujukan pembelajaran ditambah dengan beberapa bahan ajar berupa modul dari Kementerian namun bahan-bahan ajar tersebut belum terintegrasi TPACK ((*Technological Pedagogical Content Knowledge*) secara rinci. Kemudian berdasarkan penyebaran angket didapatkan beberapa hasil analisis sebagaimana tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Angket Permasalahan dan Kebutuhan Guru Kimia

No	Aspek yang dianalisis	Hasil analisis																
1	Ketersediaan dan jenis sumber belajar yang digunakan	<p>Berdasarkan angket kebutuhan 100 % guru telah menggunakan bahan ajar dalam proses pembelajaran kimia dengan persentase jenis sumber belajar yang digunakan sebagai berikut :</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Sumber Belajar</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Buku teks dari Pemerintah</td> <td>91.7%</td> </tr> <tr> <td>Modul ajar dari yang tersedia online</td> <td>91.7%</td> </tr> <tr> <td>Penerbit komersial</td> <td>91.7%</td> </tr> <tr> <td>PPT Pembelajaran</td> <td>91.7%</td> </tr> <tr> <td>Video Pembelajaran</td> <td>91.7%</td> </tr> <tr> <td>E-modul yang disusun sendiri dan...</td> <td>25.0%</td> </tr> <tr> <td>Lainnya</td> <td>16.7%</td> </tr> </tbody> </table>	Jenis Sumber Belajar	Persentase	Buku teks dari Pemerintah	91.7%	Modul ajar dari yang tersedia online	91.7%	Penerbit komersial	91.7%	PPT Pembelajaran	91.7%	Video Pembelajaran	91.7%	E-modul yang disusun sendiri dan...	25.0%	Lainnya	16.7%
Jenis Sumber Belajar	Persentase																	
Buku teks dari Pemerintah	91.7%																	
Modul ajar dari yang tersedia online	91.7%																	
Penerbit komersial	91.7%																	
PPT Pembelajaran	91.7%																	
Video Pembelajaran	91.7%																	
E-modul yang disusun sendiri dan...	25.0%																	
Lainnya	16.7%																	
2	Kekurangan bahan ajar yang digunakan selama ini	<p>Berdasarkan analisis kebutuhan terdapat beberapa respon guru mengenai kekurangan dari bahan ajar yang digunakan selama ini diantaranya :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Terdapat beberapa topik yang tidak ada penjelasan pada buku teks</li> <li>Beberapa bahan ajar hasil adopsi tidak sesuai dengan CP</li> <li>Tampilan dan isinya masih kurang menarik minat siswa</li> <li>Kurangnya soal-soal terutama yang berbasis HOTS</li> <li>Bahan ajar yang digunakan masih kurang interaktif</li> <li>Beberapa penulisan terkadang sulit dipahami</li> </ol>																
3	Format bahan ajar yang sering digunakan	<p>Format bahan ajar yang sering digunakan diantaranya 25 % menggunakan bahan ajar cetak, 66,7 % menggunakan bahan ajar digital berupa PPT &amp; video pembelajaran dan hanya 8,3 % yang sudah menggunakan bahan ajar digital berupa e-modul.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Format Bahan Ajar</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bahan ajar cetak</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>Bahan ajar digital (PPT dan video Pembelajaran)</td> <td>66.70%</td> </tr> <tr> <td>Bahan ajar digital berupa e-modul</td> <td>8.30%</td> </tr> </tbody> </table>	Format Bahan Ajar	Persentase	Bahan ajar cetak	25%	Bahan ajar digital (PPT dan video Pembelajaran)	66.70%	Bahan ajar digital berupa e-modul	8.30%								
Format Bahan Ajar	Persentase																	
Bahan ajar cetak	25%																	
Bahan ajar digital (PPT dan video Pembelajaran)	66.70%																	
Bahan ajar digital berupa e-modul	8.30%																	

4	Kesulitan atau kendala dalam pembelajaran kimia	<p>Berdasarkan hasil respon guru beberapa kesulitan yang ditemui dalam pembelajaran diantaranya :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Kurangnya fasilitas pembelajaran terutama untuk pelaksanaan praktikum</li> <li>Sebagian besar siswa mengalami kesulitan dalam hal perhitungan</li> <li>Rendahnya ketertarikan atau motivasi siswa terhadap pembelajaran kimia</li> <li>Mebutuhkan waktu yang lama untuk membuat anak-anak memahami konsep kimia</li> <li>Banyaknya pola pikir dari siswa bahwa kimia adalah pelajaran yang sulit</li> </ol>										
5	Kebutuhan pengembangan bahan ajar alternatif Digital seperti e-modul terintegrasi TPACK	<p>Secara keseluruhan guru-guru kimia sangat memerlukan pengembangan bahan ajar kimia terintegrasi TPACK untuk dapat meningkatkan motivasi serta hasil belajar mahasiswa nantinya. Beberapa saran yang diharapkan terhadap e-modul yang akan dikembangkan diantaranya :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Dilengkapi dengan video pembelajaran yang mudah dipahami siswa</li> <li>Terdapat simulasi yang memudahkan pemahaman siswa</li> <li>Relevan dengan kehidupan sehari-hari</li> <li>Diintegrasikan dengan penerapan model pembelajaran yang mendukung pembelajaran kimia seperti PjBL dan PPL</li> <li>Dilengkapi dengan Quis atau evaluasi yang interaktif</li> <li>Memiliki desain visual yang menarik minat siswa</li> <li>Isi mengacu pada kurikulum yang berlaku</li> </ol>										
<table border="1"> <caption>Data for Pie Chart: Need for Digital Learning Materials</caption> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ya, sangat memerlukan</td> <td>83.30%</td> </tr> <tr> <td>Ya, cukup memerlukan</td> <td>18.70%</td> </tr> <tr> <td>Tidak terlalu memerlukan</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>Tidak memerlukan sama sekali</td> <td>0%</td> </tr> </tbody> </table>			Kategori	Persentase	Ya, sangat memerlukan	83.30%	Ya, cukup memerlukan	18.70%	Tidak terlalu memerlukan	0%	Tidak memerlukan sama sekali	0%
Kategori	Persentase											
Ya, sangat memerlukan	83.30%											
Ya, cukup memerlukan	18.70%											
Tidak terlalu memerlukan	0%											
Tidak memerlukan sama sekali	0%											
6	Kendala Utama Guru dalam Mengintegrasikan TPACK kedalam bahan pembelajaran	<p>Berdasarkan hasil analisis kebutuhan hanya 25% guru yang telah mengintegrasikan bahan ajarnya dengan TPACK, sementara yang lainnya masih mempunyai beberapa alasan kendala dalam proses pengembangannya diantaranya keterbatasan teknologi, waktu yang dibutuhkan lama, kurangnya tingkat pemahaman terkait TPACK dan lainnya .</p>										
<table border="1"> <caption>Data for Pie Chart: Main Obstacles in Integrating TPACK</caption> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Keterbatasan fasilitas teknologi</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Keterbatasan waktu dalam merancang pembelajaran</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>Kurangnya pemahaman terkait integrasi TPACK dalam bahan pembelajaran</td> <td>41.70%</td> </tr> <tr> <td>Lainnya</td> <td>8.30%</td> </tr> </tbody> </table>			Kategori	Persentase	Keterbatasan fasilitas teknologi	50%	Keterbatasan waktu dalam merancang pembelajaran	50%	Kurangnya pemahaman terkait integrasi TPACK dalam bahan pembelajaran	41.70%	Lainnya	8.30%
Kategori	Persentase											
Keterbatasan fasilitas teknologi	50%											
Keterbatasan waktu dalam merancang pembelajaran	50%											
Kurangnya pemahaman terkait integrasi TPACK dalam bahan pembelajaran	41.70%											
Lainnya	8.30%											
7	Komponen TPACK yang paling dibutuhkan	<p>Berdasarkan respon guru terkait modul ajar berbasis TPACK (<i>Technological Pedagogical Content Knowledge</i>), hal yang dianggap sangat dibutuhkan untuk dapat diperbanyak dalam bahan ajar adalah terkait</p>										

penguatan dalam teknologi sebesar 58.3 % .  
bahan ajar



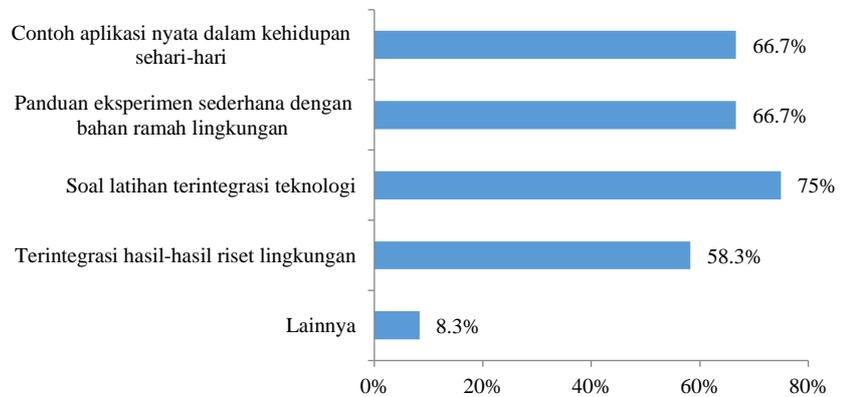
8 Kelengkapan bahan ajar Kimia hijau dan hal-hal yang belum terpenuhi

Berdasarkan respon guru terkait bahan ajar Kimia hijau saat ini yang digunakan hanya 50% yang menyatakan sangat memadai, selebihnya masih menganggap bahwa terdapat beberapa kekurangan pada bahan ajar kimia hijau yang digunakan saat ini , diantaranya :

- Masih kurangnya konten dari segi penerapan kimia hijau dalam kehidupan sehari-hari
- Kurangnya panduan dalam hal eskperimen dengan bahan yang ramah lingkungan

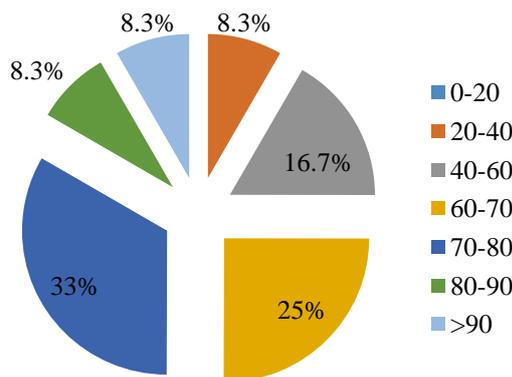
Beberapa aspek yang menurut responden perlu ditingkatkan pada pengembangan bahan ajar kimia hijau , diantaranya :

9 Aspek yang perlu ditingkatkan dalam bahan ajar Kimia hijau



Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, menurut guru masih banyak siswa yang hasil belajarnya belum mencapai standard dan hal ini menjadi dasar perlunya perubahan pada bahan ajar yang digunakan untuk mendukung meningkatnya hasil belajar siswa . Siswa yang nilainya mencapai 80 keatas baru mencapai 16.6 % ,sisanya masih mendapatkan hasil belajar dibawah poin 80 .

10 Capaian hasil belajar Kimia siswa



Berdasarkan hasil angket terhadap masalah dan kebutuhan guru dapat dilihat bahwa 100% guru telah menggunakan bahan ajar, namun masih banyak berupa buku teks dan PPT pembelajaran serta modul dari website online saja sehingga proses pembelajaran belum menarik minat dan motivasi mahasiswa yang mengakibatkan masih banyak nilai nya yang belum mencapai standar yang diharapkan, hanya sekitar rata-rata 16,6 % siswa yang nilai kimianya mencapai poin 80 keatas, bahan ajar tersebut belum disesuaikan dengan pembelajaran berdiferensiasi sesuai kebutuhan siswa saat ini dan perkembangannya.

Selama ini bahan ajar yang digunakan belum memberikan ruang bagi mahasiswa untuk berpikir kreatif dan menganalisis konsep-konsep pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari sehingga belum dapat memenuhi kebutuhan belajar siswa. Selain itu, selama ini guru belum banyak yang menghasilkan modul sendiri melainkan hanya menggunakan dari sumber yang sudah ada sehingga belum terintegrasi dengan teknologi secara maksimal serta belum dapat menyesuaikan dengan karakteristik siswa.

Pembelajaran masih didominasi oleh guru karena sumber belajar yang belum memadai, sehingga untuk dapat mengatasi hal-hal tersebut perlunya dilakukan pengembangan e-modul kimia analitik terintegrasi hasil riset agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan siswa dan lebih mudah dipahami siswa. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh (Ardiansyah et al., 2016) bahwa Modul yang dikembangkan sendiri oleh pendidik dapat disesuaikan dengan karakteristik mahasiswa, seperti lingkungan sosial, budaya, geografis, kemampuan awal yang telah dikuasai, minat, serta latar belakang mahasiswa. Guru seringkali kesulitan mendapatkan sumber daya pengajaran yang relevan dan terkini mengenai kimia hijau, termasuk e-modul yang sesuai untuk siswa

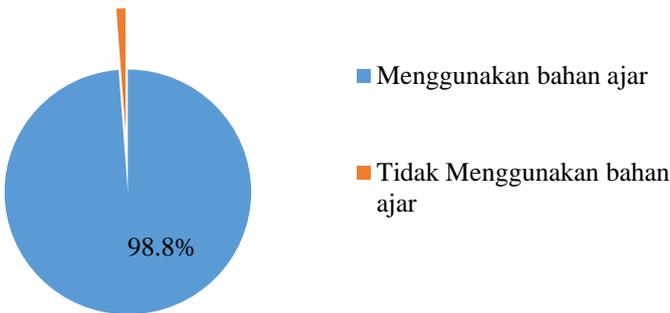
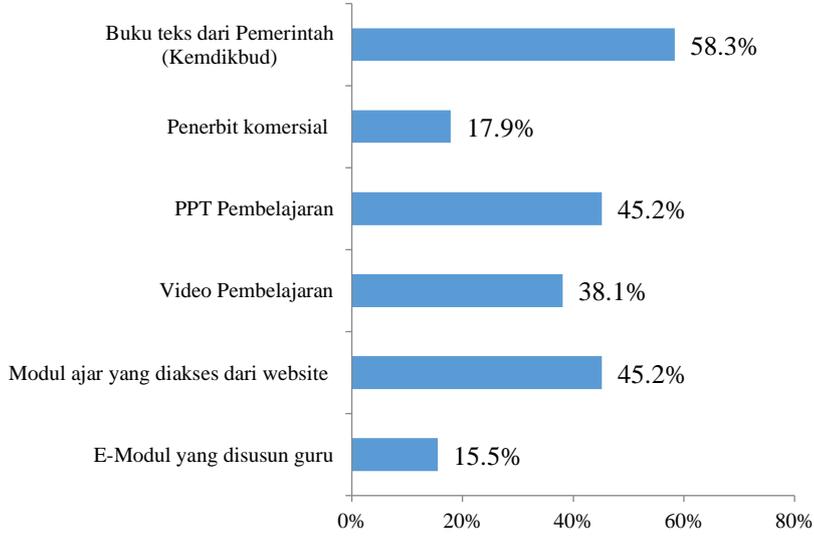
Adanya pengembangan bahan ajar berupa e-modul bertujuan agar siswa mendapat kemudahan mengakses bahan ajar kapanpun dan dimanapun dan tidak bergantung dari buku teks dan PPT pembelajaran dari guru saja sehingga dapat meningkatkan keinginan untuk belajar dan bertanggung jawab menuntaskan pembelajaran. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan (Ardiansyah et al., 2016) bahwa modul berfokus pada kemampuan untuk dapat bekerja sendiri dan lebih bertanggung jawab atas tindakan-tindakannya, modul dapat memberikan kontrol terhadap hasil belajar melalui penggunaan standar kompetensi dalam setiap modul yang harus dicapai peserta didik, selain itu modul memiliki relevansi dengan kurikulum yang dapat ditunjukkan dengan adanya tujuan dan cara pencapaiannya sehingga peserta didik dapat mengetahui keterkaitan antara pembelajaran dengan hasil yang akan diperoleh.

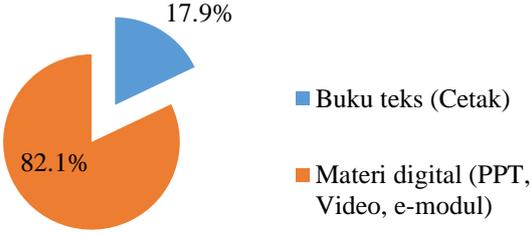
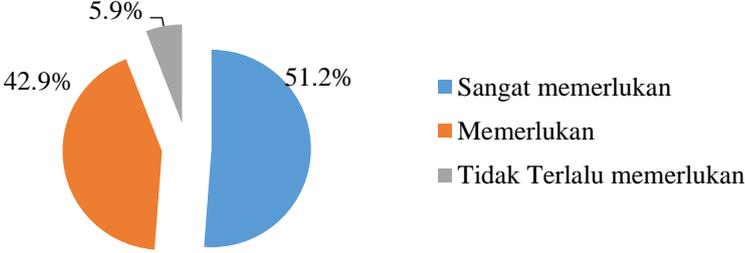
### **Analisis Masalah dan Kebutuhan Siswa**

Analisis pendahuluan juga dilakukan terhadap masalah dan kebutuhan siswa. Pada tahapan ini dilakukan wawancara dan penyebaran angket analisis kebutuhan siswa ke 84 siswa kelas X, XI dan XII dari 11 SMA yang berasal dari Provinsi Riau dan Kepulauan Riau.

Berdasarkan hasil wawancara diketahui bahwa rata-rata mahasiswa selama ini mendapatkan bahan ajar yang berasal dari PPT pembelajaran guru sehingga masih terbatas informasi-informasi terutama yang dihubungkan dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu mahasiswa lebih memilih penggunaan bahan ajar digital karena dinilai lebih efektif dan efisien dalam pelaksanaan pembelajaran. Kemudian berdasarkan penyebaran angket didapatkan beberapa hasil analisis sebagai tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Angket Permasalahan dan Kebutuhan Siswa

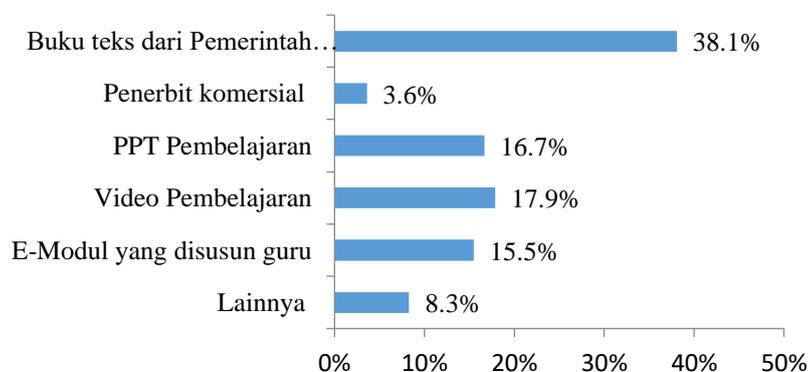
No	Aspek yang dianalisis	Hasil analisis														
1	Penggunaan bahan ajar oleh Guru	<p>Sebagian besar guru telah menggunakan bahan ajar pada proses pembelajaran sebesar 98,8%, yang belum menggunakan bahan ajar hanya 1.2%.</p>  <p>A pie chart illustrating the usage of teaching materials by teachers. The chart is divided into two segments: a large blue segment representing 'Menggunakan bahan ajar' (Using teaching materials) at 98.8%, and a very small orange segment representing 'Tidak Menggunakan bahan ajar' (Not using teaching materials) at 1.2%.</p>														
2	Jenis bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran	<p>Bahan ajar yang digunakan guru selama ini dominan pada penggunaan Buku pegangan dari Kemdikbud sebesar 58.3 %. Beberapa jenis bahan ajar lainnya yang digunakan dengan rincian sebagai berikut :</p>  <p>A horizontal bar chart showing the types of teaching materials used by teachers. The x-axis represents the percentage of usage, ranging from 0% to 80%. The y-axis lists the types of materials. The bars are blue.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Jenis Bahan Ajar</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Buku teks dari Pemerintah (Kemdikbud)</td> <td>58.3%</td> </tr> <tr> <td>Penerbit komersial</td> <td>17.9%</td> </tr> <tr> <td>PPT Pembelajaran</td> <td>45.2%</td> </tr> <tr> <td>Video Pembelajaran</td> <td>38.1%</td> </tr> <tr> <td>Modul ajar yang diakses dari website</td> <td>45.2%</td> </tr> <tr> <td>E-Modul yang disusun guru</td> <td>15.5%</td> </tr> </tbody> </table>	Jenis Bahan Ajar	Persentase	Buku teks dari Pemerintah (Kemdikbud)	58.3%	Penerbit komersial	17.9%	PPT Pembelajaran	45.2%	Video Pembelajaran	38.1%	Modul ajar yang diakses dari website	45.2%	E-Modul yang disusun guru	15.5%
Jenis Bahan Ajar	Persentase															
Buku teks dari Pemerintah (Kemdikbud)	58.3%															
Penerbit komersial	17.9%															
PPT Pembelajaran	45.2%															
Video Pembelajaran	38.1%															
Modul ajar yang diakses dari website	45.2%															
E-Modul yang disusun guru	15.5%															
3	Kekurangan bahan ajar yang digunakan selama ini	<p>Berdasarkan analisis terdapat beberapa kekurangan dari bahan ajar yang digunakan selama ini menurut siswa diantaranya:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Beberapa konsep sulit dipahami</li> <li>Ketersediaan soal latihan yang terbatas</li> <li>Kurangnya contoh implementasi dalam kehidupan sehari-hari</li> <li>Kurangnya contoh panduan untuk kegiatan praktikum</li> </ol>														
4	Sumber belajar tambahan	<p>Selain dari bahan ajar yang digunakan oleh dosen, sebesar 79,8 % siswa mencari sumber tambahan lainnya dari internet .Beberapa bahan ajar tambahan lainnya yang digunakan diantaranya e-book,e-modul, video pembelajaran dari Youtube, social media yang berisi materi pelajaran ,aplikasi khusus kimia, game edukasi, dan blog seputar kimia serta jurnal dan artikel yang relevan dengan pembelajaran kimia analitik.</p>														

5	Pelaksanaan Pembelajaran Kimia	Berdasarkan hasil analisis dalam pelaksanaannya sebesar 45.2% siswa masih merasakan kesulitan dalam memahami konsep kimia, sehingga perlu adanya upaya –upaya yang dilakukan agar pemahaman tersebut dapat mengalami peningkatan.								
6	Kesulitan atau kendala dalam pembelajaran Kimia	Beberapa kesulitan yang dialami mahasiswa pada proses pembelajaran diantaranya : a. Sulit memahami rumus kimia b. Kesulitan untuk konsep kimia yang abstrak								
7	Format bahan ajar yang lebih disukai	<p>Berdasarkan analisis terhadap beberapa siswa terkait bahan ajar ,sebesar 85.21 % lebih menyukai bahan ajar berbentuk digital .</p>  <table border="1"> <caption>Data for Figure 7: Preferred Learning Materials</caption> <thead> <tr> <th>Format</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Buku teks (Cetak)</td> <td>17.9%</td> </tr> <tr> <td>Materi digital (PPT, Video, e-modul)</td> <td>82.1%</td> </tr> </tbody> </table>	Format	Persentase	Buku teks (Cetak)	17.9%	Materi digital (PPT, Video, e-modul)	82.1%		
Format	Persentase									
Buku teks (Cetak)	17.9%									
Materi digital (PPT, Video, e-modul)	82.1%									
8	Kebutuhan pengembangan bahan ajar alternatif Digital seperti e-modul terintegrasi TPACK ( Technological Pedagogical Content Knowledge )	<p>Secara keseluruhan 94,1 % siswa menyatakan membutuhkan pengembangan bahan ajar berupa berupa e-modul yang terintegrasi TPACK yang didalamnya disediakan materi yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari, simulasi konsep abstrak, latihan yang terintegrasi dengan teknologi dan contoh - contoh riset kimia untuk dapat meningkatkan motivasi serta hasil belajar mahasiswa nantinya. Beberapa saran yang diharapkan terhadap e-modul yang akan dikembangkan diantaranya :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Modul berisikan video-video pembelajaran</li> <li>Adanya contoh kontekstual terkait lingkungan</li> <li>Memperbanyak pemanfaatan teknologi didalamnya</li> <li>Adanya gambar-gambar pendukung pembelajaran</li> <li>Desain yang menarik dan modern dengan tambahan animasi dan infografis</li> <li>Mudah dinavigasi oleh siswa</li> <li>Isian harus jelas dan terstruktur dari konsep dasar hingga aplikasi nyata dari hasil riset terkini</li> <li>Adanya quis interaktif</li> <li>E-Modul dapat diperbaharui sesuai kebutuhan siswa</li> <li>Bahan ajar yang memuat simulasi eksperimen sederhana</li> <li>Adanya refleksi di akhir setiap bab untuk mengukur pemahaman</li> </ol>  <table border="1"> <caption>Data for Figure 8: Need for Digital Learning Materials</caption> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Persentase</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sangat memerlukan</td> <td>51.2%</td> </tr> <tr> <td>Memerlukan</td> <td>42.9%</td> </tr> <tr> <td>Tidak Terlalu memerlukan</td> <td>5.9%</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Persentase	Sangat memerlukan	51.2%	Memerlukan	42.9%	Tidak Terlalu memerlukan	5.9%
Kategori	Persentase									
Sangat memerlukan	51.2%									
Memerlukan	42.9%									
Tidak Terlalu memerlukan	5.9%									

Berdasarkan respon siswa bahwa selama ini guru paling dominan menggunakan buku pegangan dari Kemendikbud dan masih sangat sedikit guru yang mengembangkan e-modul kimia hijau sendiri. Beberapa kekurangan dari bahan ajar kimia hijau yang digunakan selama ini diantaranya :

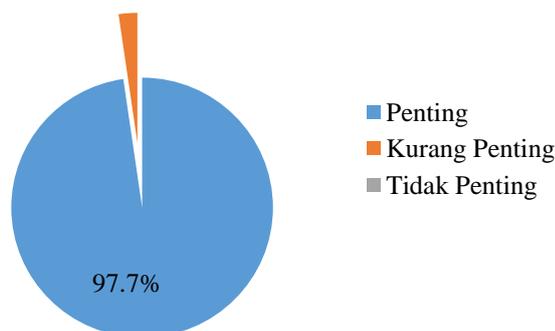
- Beberapa penjelasan belum lengkap di dalam bahan ajar
- Masih kurangnya aplikasi dalam kehidupan sehari-hari
- Masih kurangnya panduan praktek terkait penerapan kimia hijau
- Penerapan teknologi didalamnya masih kurang

9 Ketersediaan bahan ajar Kimia Hijau



Berdasarkan analisis kebutuhan siswa 100% setuju bahwa bahan ajar yang diperlukan untuk masa mendatang sebaiknya tersedia dalam bentuk digital, terintegrasi hasil riset serta bersifat interaktif dan kreatif bagi siswa. Kemudian terkait penggunaan teknologi 97,7 % siswa menyatakan bahwa sangat penting mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran kimia

10 Urgensi Penggunaan teknologi dalam pembelajaran Kimia



Berdasarkan hasil angket terhadap masalah dan kebutuhan mahasiswa dapat dilihat bahwa pada saat proses pembelajaran mahasiswa mengatakan bahwa 98,8 % guru telah menggunakan bahan ajar, namun bahan ajar yang digunakan berupa buku yang telah disediakan dari Kemdikbud sekitar 58,3% dan PPT pembelajaran, hanya sedikit yang sudah menggunakan modul ajar sendiri. Bahan ajar yang digunakan selama ini masih terdapat banyak kekurangan dari segi tampilan dan konten yang belum terintegrasi dengan hasil riset ataupun yang berhubungan dengan kehidupan sehari-hari sehingga siswa sulit untuk dapat memahami konsep yang diharapkan pada tujuan pembelajaran tersebut, ketersediaan soal latihan yang terbatas serta kurangnya contoh panduan untuk kegiatan praktikum. Hal ini menjadi salah satu alasan mahasiswa mencari sumber tambahan lainnya dari internet seperti e-book, jurnal, artikel, website, blog kimia, namun rujukan-rujukan tersebut belum tervalidasi dengan jelas kebenarannya sehingga mengakibatkan kesalahpahaman konsep. Oleh karena itu

sangat diperlukan adanya pengembangan modul yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik siswa serta berasal dari sumber yang akurat dan valid.

Dari hasil analisis kebutuhan siswa menginginkan pada pengembangan modul ajar dibuat dalam bentuk digital yaitu berupa elektronik modul atau (e-modul). Yang didalamnya dilengkapi dengan video –video terkait materi pembelajaran, konsep kontekstual yang dekat dengan kehidupan sehari-hari sehingga nantinya dapat meningkatkan motivasi mahasiswa dalam proses pembelajaran dan dapat memperbaiki kualitas pembelajaran dan meningkatkan hasil belajar mahasiswa, memperbanyak integrasi teknologi didalamnya, isian harus jelas dan terstruktur dari konsep dasar hingga aplikasi nyata dari hasil riset terkini, bahan ajar yang memuat simulasi eksperimen sederhana, adanya quis interaktif serta adanya refleksi di akhir setiap bab untuk mengukur pemahaman

Dari hasil analisis pendahuluan yang dilakukan banyak sekali gambaran yang didapatkan untuk proses pengembangan e-modul yang sesuai dengan kebutuhan siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat (Fauziah et al., 2021) bahwa analisis kebutuhan memiliki peranan penting di dalam proses pengajaran guna meningkatkan kualitas pembelajaran. Analisis kebutuhan juga dapat membantu dalam mengevaluasi, dan membantu dalam menetapkan kebutuhan untuk memperkenalkan perubahan yang mungkin sesuai dengan kebutuhan mahasiswa (Boroujeni et al., 2013). Analisis kebutuhan merupakan sebuah fondasi untuk dapat mengembangkan isi kurikulum, bahan ajar, dan metode ajar yang dapat meningkatkan motivasi dan kesuksesan mahasiswa (Budiman et al., 2022). Sejalan dengan pendapat (Pebriantika, 2019) bahwa modul pembelajaran yang berbasis pada analisis kebutuhan lebih berpeluang untuk memenuhi kebutuhan siswa secara spesifik, baik dari segi gaya belajar, tingkat kesulitan, maupun keterkaitan dengan konteks nyata. Modul seperti e-modul sering kali dipilih karena sifatnya yang interaktif, menarik, dan dapat diakses kapan saja, yang dapat meningkatkan motivasi belajar siswa.

Dari analisis kebutuhan mahasiswa didapatkan hasil bahwa siswa memerlukan bahan ajar berupa modul yang berisi bukti atau fakta mengenai pembelajaran yang diikuti. Hal ini dapat dilakukan dengan mengintegrasikan hasil riset atau penelitian kedalam bahan ajar sehingga menjadi bukti penerapan konsep pembelajaran ke kehidupan sehari-hari. Hal ini sesuai dengan pendapat (Parmin & Peniati, 2012) bahwa hasil-hasil penelitian yang telah terpublikasikan di jurnal layak digunakan sebagai rujukan pengembangan modul karena lebih aplikatif dan memenuhi unsur kekinian dan efektif digunakan dalam pembelajaran. Hal ini sesuai dengan pendapat (Lowther et al., 2011) bahwa dengan menganalisis kebutuhan, pengembangan modul dapat dilakukan dengan pendekatan yang berpusat pada siswa. Hal ini melibatkan pemilihan materi, media, dan metode yang sesuai dengan gaya belajar siswa dan tantangan yang mereka hadapi dalam memahami topik tertentu, seperti kimia hijau.

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan dapat dilihat bahwa guru dan siswa membutuhkan pengembangan e-modul kimia khususnya kimia hijau untuk dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran yang berorientasi pada implementasi teori pembelajaran dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan pendapat (Kusumawardhani et al., 2019) bahwa pemanfaatan e-modul dapat memicu ketertarikan siswa dalam belajar karena penyampaian materi tidak bertumpu pada teks saja, tetapi juga didukung oleh komponen gambar, grafik, video ataupun animasi serta menunjang pembelajaran mandiri bagi siswa karena karakter e-modul yang dapat dilakukan dimana dan kapan saja dan berulang-ulang.

Guru dapat meningkatkan keterampilan mereka dalam menggunakan teknologi untuk mendesain dan mengimplementasikan bahan ajar. Proses ini membantu mereka mengadopsi metode pengajaran yang lebih inovatif dan efektif, selain itu guru dapat dengan mudah memperbarui atau memodifikasi e-modul untuk menyesuaikan kebutuhan siswa atau perkembangan kurikulum tanpa harus mencetak ulang buku teks dan E-modul sering kali

dirancang dengan fitur interaktif, seperti kuis atau simulasi, yang dapat meningkatkan pemahaman mereka (Prabawati et al., 2023).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pendahuluan yang telah dilakukan dari wawancara serta penyebaran angket terhadap guru dan siswa diketahui bahwa terdapat beberapa permasalahan terkait bahan ajar kimia hijau dan perlu adanya perubahan terhadap bahan ajar tersebut. Dari hasil analisis guru dan siswa membutuhkan pengembangan bahan ajar tersebut sehingga penelitian ini dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu tahap desain e-modul dan pengembangannya. Bahan ajar yang direncanakan berupa bahan ajar digital e-modul dengan adanya pengintegrasian TPACK sehingga diharapkan nantinya dapat meningkatkan motivasi belajar siswa karena didalamnya telah dihubungkan dengan aspek pengetahuan, pedagogi dan teknologi.

## SARAN

Penelitian ini masih merupakan tahapan awal yaitu analisis pendahuluan sehingga masih harus dilanjutkan pada tahapan selanjutnya yaitu pengembangan produk, uji validitas dan praktikalitas, serta uji efektivitas dari e-modul kimia hijau.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DPPM (Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat) Universitas Islam Riau yang telah mendanai penelitian ini.

## REFERENSI

- Anastas, P. T., & Warner, J. C. (2000). *Green chemistry: theory and practice*. Oxford university press.
- Ardiansyah, R., Corebima, A. D., & Rohman, F. (2016). Analisis Kebutuhan Pengembangan Bahan Ajar Perubahan Materi Genetik pada Matakuliah Genetika di Universitas Negeri Malang. *Seminar Nasional Pendidikan Dan Saintek, 2016*, 1. <http://publikasiilmiah.ums.ac.id/handle/11617/8009>
- Asmiyunda, Guspatni, F. A. (2018). Pengembangan E-Modul Keseimbangan Kimia Berbasis Pendekatan Saintifik. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 2(2).
- Boroujeni, S. A., Fard, F. M., & In, M. A. (2013). A Needs Analysis of English for Specific Purposes (ESP) Course For Adoption Of Communicative Language Teaching :( A Case of Iranian First-Year Students of Educational Administration). *International Journal of Humanities and Social Science Invention ISSN*, 2(6), 35–44. [www.ijhssi.org](http://www.ijhssi.org)
- Budiman, R. D. A., Liwayanti, U., & Arpan, M. (2022). Analisis Kebutuhan dan Kesiapan Penerapan Media Pembelajaran berbasis Android Materi Ilmu Akidah. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 6(1), 31–38. <https://doi.org/10.29408/edumatic.v6i1.5087>
- Cahyadi, R. A. H. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model. *Halaqa: Islamic Education Journal*, 3(1), 35–42. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>
- Chi, M. T. H., & Wylie, R. (2014). The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to

- Active Learning Outcomes. *Educational Psychologist*, 49(4), 219–243. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.965823>
- Council, N. R., Education, B. on S., & Standards, C. on G. on I. the N. G. S. (2015). *Guide to implementing the next generation science standards*.
- F S Irwansyah, I Lubab, I. F. and M. A. R. (2017). Designing Interactive Electronic Module in Chemistry Lessons. *International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE)*.
- Fauziah, N., Putri, I. I., & Oktariani, O. (2021). Analisis Preliminary Research Phase Menggunakan Model Pengembangan Plomp Sebagai Dasar Pengembangan Modul Belajar Dan Pembelajaran Pendidikan Biologi Bermuatan Hasil Riset Untuk Mahasiswa. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 9(3), 226–233. <https://doi.org/10.23960/jbt.v9i3.23072>
- Irmita, L. U., & Atun, S. (2017). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Menggunakan Pendekatan Tpack Untuk Meningkatkan Literasi Sains. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, 2(1), 84–90. <https://doi.org/10.15575/jta.v2i1.1363>
- Kusumawardhani, R., Suryati, S., & Khery, Y. (2019). Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Untuk Penumbuhan Literasi Sains Siswa Pada Materi Sistem Periodik Unsur. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 5(2), 48. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v5i2.1589>
- Lowther, D. L., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (2011). *Instructional Technology & Media For Learning Learning Technology and Media for Learning (Translation. )*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Mustika, D., Rahmi, L., & Miranti, F. (2023). *Penelitian Pendahuluan Pengembangan Modul Berbasis Model Siklus Belajar 7E pada Mata Kuliah Pengetahuan Teknologi Terintegrasi*. 12, 81–89.
- Nita Sunarya Herawati, A. M. 2. (2018). Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Interaktif pada Mata Pelajaran Kimia Kelas XI SMA. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 5(2), 180–191.
- Parmin, & Peniati, E. (2012). Pengembangan modul mata kuliah strategi belajar mengajar ipa berbasis hasil penelitian pembelajaran. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(1), 8–15. <https://doi.org/10.15294/jpii.v1i1.2006>
- Pebriantika, L. (2019). Needs analysis for the development of e-modules as teaching materials. *Asia Proceedings of Social Sciences*, 4(3), 49–51.
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. (2006). PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*, 44(1), 18–23. <https://doi.org/10.1119/1.2150754>
- Prabawati, M. A., Yamtinah, S., Bramastia, B., & Sidiq, A. S. (2023). Literature Review: Pembelajaran IPA Bermuatan Etno-STEAM sebagai Upaya Pemberdayaan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Kurikulum Merdeka. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 166–179.
- Rahmadi, I. F. (2019). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan*, 6(1), 65. <https://doi.org/10.32493/jpkn.v6i1.y2019.p65-74>

- Reiser, R. A., & Dempsey, J. V. (2012). *Trends and issues in instructional design and technology*. Pearson Boston.
- Romayanti, C., Sundaryono, A., & Handayani, D. (2020). Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis Kemampuan The aim of this research is to determining level of feasibility and response of students from the development of e-modules in chemistry course based on creative thinking ability using the Kvisoft Flipbook Make. *ALOTROP, Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Kimia*, 4(1), 51–58.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers and Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Sastroadmojo, S. (2018). *Pengantar Statistik Pendidikan*. Rajawali Press.
- Tia Yuliana, Milya, A. M. (2020). Pengembangan Modul Berbasis Learning Cycle 7E Berbantuan Video pada Materi Teori Kinetik Gas dan Termodinamika. *Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA*, 6 (1)(1), 41–53.
- Tobiszewski, M., Mechlinska, A., & Namie, J. (2010). Green analytical chemistry—theory and practice. *Chemical Society Reviews*, 39(8), 2869–2878. <https://doi.org/10.1039/b926439f>
- Ulfah\*, M., & Erlina, E. (2022). Analisis Kemampuan Technological Pedagogical Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Kimia. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 6(3), 273–286. <https://doi.org/10.24815/jipi.v6i3.26572>
- Yulis, P. A. R. (2018). Analisis Kadar Logam Merkuri (Hg) dan (PH) Air Sungai Kuantan Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin (PETI). *Orbital*, 2(1), 28–36.
- Yulis, P. A. R. (2019). Penentuan Kadar Logam Timbal ( Pb ) Air Sungai Singingi Di Kabupaten Kuantan Singingi Riau. *Journal of Research and Education Chemistry (JREC)*, 1(2), 30–36.
- Yulis, P. A. R., & Desti 2. (2020). Penentuan Kadar Logam Berat Air Sungai Singingi Terdampak Penambangan Emas Tanpa Izin (Peti). *Jurnal Katalisator*, 5(2), 188–196.
- Yulis, P. A. R., Desti, & Febliza, A. (2018). Analisis kadar DO, BOD, dan COD air Sungai Kuantan terdampak penambangan emas tanpa izin. *Jurnal Bioterdidik*, 113, 64–75.
- Yulis, P. A. R., & Sari, Y. (2020). Aktivitas Antioksidan Kulit Pisang Muli (*Musa acuminata* linn) dan Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* formatypica). *Al-Kimia*, 8(2), 189–200. <https://doi.org/10.24252/al-kimiav8i2.15543>
- Yulis, P. A. R., & Sari, Y. (2022). Kepok Banana Peels as Biosorbent for Mercury Sorption from Artificial Wastewater. *JKPK (Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia)*, 7(1), 64–75.
- Yulis, P. A. R., Sari, Y., & Desti, D. (2020). Uji Efektivitas Beberapa Pelarut Pada Proses Identifikasi Metabolit Sekunder Kulit Pisang (*Musa Paradisiaca*) Secara Kualitatif. *Fullerene Journal of Chemistry*, 5(2), 83. <https://doi.org/10.37033/fjc.v5i2.196>
- Yulis, P. A. rahma. (2018). Uji Kadar Logam Merkuri Dan pH Pada Limbah Aktivitas Penambangan Emas Tanpa Izin Di Riau. *Jurna Bioterdidik*, 113.
- Yulis, P., & Sari, Y. (2021). ( *Musa acuminata* × *balbisiana* ) sebagai Media Filtrasi Peningkatan Kualitas Air ( Tingkat Kejernihan Air , Nilai pH dan TDS ) The Utilization of Kepok Banana Peel ( *Musa Acuminata* × *Balbisiana* ) As Filtration Media To Increase Water Quality ( Water Clarit. *Dalton*, 4(2), 34–43.

