

Pengembangan Modul Hukum Dasar Kimia Berbasis *Guided Discovery Learning* Terintegrasi TPACK untuk Fase E SMA

Development of a Basic Laws of Chemistry Module Based on TPACK Integrated Guided Discovery Learning for Phase E of Senior High School

S Yuda¹ and Y Yerimadesi^{1*}

¹Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang, Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Padang Utara, Sumatera Barat, Indonesia. 25171.

* yeri@fmipa.unp.ac.id

ARTICLE INFO

Received on:

24th January 2025

Revised till:

17th February 2025

Accepted on:

18th February 2025

Publisher version

published on:

Xth March 2025

ABSTRACT

The learning of basic chemistry laws in high school is often challenging due to its abstract and complex concepts. A less interactive approach can lead to low student comprehension. Therefore, it is essential to develop teaching materials that are valid, practical, and capable of enhancing student engagement. One potential solution is a module based on Guided Discovery Learning integrated with Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK). This study aims to analyze the validity and practicality of a Guided Discovery Learning-based chemistry module integrated with TPACK for Phase E at the high school level. The research adopts a Research and Development (R&D) approach using the Four-D (4D) development model. The study participants include three chemistry lecturers from Universitas Negeri Padang, two chemistry teachers, and 31 students from Phase F. Data collection was conducted through a student needs analysis questionnaire, teacher interviews, and validity and practicality questionnaires. The validity of the module was analyzed using Aiken's V formula, while its practicality was assessed based on the percentage of achieved practicality scores. The results indicate that the developed module obtained an average Aiken's V value of 0.925, classified as valid. Furthermore, the practicality levels, as evaluated by teachers and students, reached 93% and 91%, respectively, categorizing the module as highly practical. These findings confirm that the TPACK-based basic chemistry law module for Phase E is valid and highly practical for learning. To ensure its optimal implementation, further research is recommended to examine its effectiveness in enhancing student comprehension.

KEYWORDS

Module, Basic laws of chemistry, Guided discovery learning, TPACK.

ABSTRAK

Pembelajaran hukum dasar kimia di SMA sering sulit dipahami karena konsepnya abstrak dan kompleks. Pendekatan yang kurang interaktif dapat membuat pemahaman siswa rendah. Oleh karena itu, diperlukan bahan ajar yang valid, praktis, dan mampu meningkatkan keterlibatan siswa. Salah satu solusinya adalah modul berbasis Guided Discovery Learning yang terintegrasi dengan TPACK. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis validitas dan kepraktisan modul hukum dasar kimia berbasis Guided Discovery Learning yang terintegrasi dengan TPACK untuk fase E di tingkat SMA. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model pengembangan Four-D (4D). Subjek penelitian terdiri atas tiga dosen kimia Universitas Negeri Padang, dua guru kimia, serta 31 siswa fase F. Pengumpulan data dilakukan melalui angket analisis kebutuhan bagi peserta didik, wawancara dengan guru, serta angket validitas dan kepraktisan. Validitas modul dianalisis menggunakan rumus Aiken's V, sedangkan kepraktisannya diukur berdasarkan persentase capaian skor kepraktisan produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul yang dikembangkan memiliki nilai Aiken's V rata-rata sebesar 0,925, yang tergolong dalam kategori valid. Selain itu, tingkat kepraktisan berdasarkan penilaian guru dan siswa masing-masing mencapai 93% dan 91%, yang dikategorikan sebagai sangat praktis. Temuan ini menunjukkan bahwa modul hukum dasar kimia berbasis TPACK untuk fase E SMA dinyatakan valid dan sangat praktis. Agar modul ini dapat diterapkan secara optimal dalam pembelajaran, disarankan kepada peneliti berikutnya untuk melanjutkan penelitian guna menguji efektivitasnya

KATA KUNCI

Modul, Hukum dasar kimia, Guided discovery learning, TPACK.



<https://doi.org/10.24036/ekj.vX.iY.a572>

1. PENDAHULUAN

Hukum dasar kimia merupakan fondasi utama dalam memahami perhitungan serta berbagai aspek perubahan kimia. Materi ini mencakup penggunaan rumus untuk menggambarkan reaksi kimia serta informasi kuantitatif mengenai jumlah zat yang terlibat dalam reaksi tersebut^[1]. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam sangat diperlukan agar peserta didik dapat menguasai materi lanjutan. Namun, konsep dalam hukum dasar kimia sering kali menimbulkan miskonsepsi, sehingga materi ini dikategorikan sebagai salah satu topik yang sulit dipahami^{[2][3]}. Setiap konsep dalam hukum dasar kimia saling berkaitan, sehingga jika satu konsep tidak dipahami dengan baik, maka pemahaman terhadap konsep lainnya juga akan terganggu.

Kesulitan dalam memahami hukum dasar kimia diperkuat oleh hasil rekapitulasi angket yang disebarkan kepada siswa di dua SMA Swasta di Padang. Sebanyak 70,5% siswa menganggap hukum dasar kimia sebagai materi yang sulit. Berdasarkan hasil wawancara serta analisis data hasil belajar siswa bersama guru kimia di sekolah tersebut, diketahui bahwa rata-rata penguasaan siswa terhadap materi ini hanya mencapai 54,74, yang masih berada di bawah Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP). Data ini menunjukkan rendahnya hasil belajar siswa. Salah satu faktor yang menyebabkan kesulitan tersebut adalah keterbatasan sumber belajar yang tersedia.

Sumber belajar memiliki peran penting dalam meningkatkan kompetensi peserta didik serta hasil belajar mereka^{[4][5]}. Sumber belajar yang efektif mencakup berbagai bentuk, seperti pendidik, bahan ajar, media pembelajaran, serta model atau metode yang digunakan^[6]. Berdasarkan data angket, sebagian besar siswa memanfaatkan buku cetak dan PPT sebagai sumber belajar utama. Namun, 60,7% siswa merasa bahwa bahan ajar tersebut belum efektif dalam membantu mereka memahami konsep secara mandiri. Selain itu, 85,2% siswa menyatakan bahwa mereka membutuhkan bahan ajar tambahan untuk memahami hukum dasar kimia dengan lebih baik. Wawancara dengan guru kimia juga mengungkapkan bahwa bahan ajar yang tersedia saat ini belum sepenuhnya mendukung proses pembelajaran mandiri secara optimal.

Pembelajaran mandiri memiliki potensi untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam memahami materi, sehingga dapat menghasilkan pencapaian belajar yang lebih baik^[7]. Oleh karena itu, guru dituntut untuk lebih kreatif dalam menyediakan bahan ajar yang mendukung pembelajaran mandiri, salah satunya adalah modul^[8]. Modul sebagai bahan ajar tidak hanya membantu siswa belajar secara mandiri, tetapi juga menjadi sarana penting dalam meningkatkan pemahaman konsep serta penyelesaian soal^[9]. Menurut penelitian Rikizaputra (2021), penggunaan modul

berpotensi meningkatkan capaian belajar siswa^[10]. Selain itu, bahan ajar yang mendukung pembelajaran mandiri juga harus didesain agar mampu mendorong keaktifan serta kemampuan interpretasi peserta didik^[11]. Dengan demikian, pengembangan modul berbasis model pembelajaran diperlukan untuk menciptakan proses pembelajaran yang lebih efektif.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pengembangan modul adalah Guided Discovery Learning (GDL). Model ini terbukti mampu meningkatkan hasil belajar siswa^[12], mengembangkan kemampuan berpikir kritis^{[13][14]}, meningkatkan literasi sains^[15], serta memperbaiki keterampilan pemecahan masalah^[16]. Penelitian Rahayu (2022) menunjukkan bahwa modul stoikiometri berbasis GDL efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa^[17]. Demikian pula, penelitian Isti (2019) menyatakan bahwa modul larutan penyangga berbasis GDL mampu meningkatkan aspek kognitif serta hasil belajar siswa^[18]. GDL menekankan keterlibatan aktif siswa dalam menemukan konsep-konsep baru secara mandiri, sehingga model ini sangat sesuai untuk dikembangkan dalam modul kimia. Selain itu, integrasi teknologi dalam modul dapat meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran mandiri.

Saat ini, pengembangan modul semakin banyak mengintegrasikan teknologi. Pemanfaatan teknologi dalam pendidikan tidak hanya menunjang pencapaian tujuan pembelajaran, tetapi juga sesuai dengan standar kemampuan dalam Kurikulum Merdeka. Dengan adanya integrasi teknologi, proses pembelajaran menjadi lebih efektif serta meningkatkan minat belajar siswa^[19]. Berdasarkan hasil angket, 68,9% siswa lebih menyukai bahan ajar cetak yang terintegrasi teknologi dibandingkan bahan ajar berbasis elektronik penuh (36,1%). Selain itu, 100% siswa memiliki smartphone, sehingga integrasi bahan ajar dengan teknologi dapat didukung secara optimal. Siswa yang lebih aktif dalam menggunakan teknologi informasi cenderung memiliki minat belajar yang lebih tinggi karena mereka dapat mengakses informasi dengan lebih cepat dan mudah^[20]. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi dalam bahan ajar tidak hanya membantu siswa memahami konsep dengan lebih baik, tetapi juga berkontribusi dalam pembangunan sumber daya manusia yang berkelanjutan, selaras dengan tujuan Sustainable Development Goals (SDGs) menuju Indonesia Maju 2030^[21].

Dalam pengembangan sumber ajar yang efektif, aspek pengetahuan, teknologi, serta pemilihan pendekatan pembelajaran harus diperhatikan. Kerangka kerja yang mencakup ketiga aspek tersebut dikenal sebagai Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)^[22]. TPACK merupakan pendekatan teoritis yang digunakan untuk mempelajari kemampuan dari calon guru untuk mengaplikasikan teknologi dalam proses pembelajaran sehingga guru dapat melakukan perubahan yang signifikan dan bermanfaat bagi peserta didik^{[23][24]}. Penelitian Hardanti

(2024) menunjukkan bahwa penerapan pendekatan TPACK dalam pengembangan e-modul memiliki dampak positif terhadap kualitas pembelajaran, termasuk peningkatan literasi teknologi, berpikir kritis, serta daya tarik bagi peserta didik^[25]. Selain itu, penelitian Antika (2024) mengungkapkan bahwa e-modul berbasis TPACK efektif dalam meningkatkan literasi numerasi siswa^[26]. Pendekatan ini memungkinkan guru untuk mengintegrasikan teknologi dengan strategi pembelajaran yang tepat, sehingga dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran.

Integrasi model GDL dengan pendekatan TPACK dapat diterapkan dalam pengembangan modul kimia. Studi yang dilakukan oleh Weni (2024) menunjukkan bahwa modul berbasis GDL dan TPACK pada materi struktur atom memiliki tingkat validitas serta kepraktisan yang tinggi^[27]. Modul ini dirancang agar siswa dapat menemukan konsep secara mandiri melalui pertanyaan serta aktivitas eksploratif yang dipandu. Selain itu, modul ini juga disusun dengan mempertimbangkan tujuan pembelajaran dalam Kurikulum Merdeka, termasuk penyediaan panduan praktikum yang dapat dilakukan secara langsung maupun melalui media pendukung seperti video pembelajaran. Integrasi teknologi dalam modul juga didukung oleh penggunaan media interaktif, seperti QR code yang mengarah ke video pembelajaran, rekaman suara, serta kuis interaktif.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan modul hukum dasar kimia berbasis GDL yang terintegrasi TPACK untuk fase E SMA serta mengevaluasi kevalidan dan kepraktisannya sebagai media pembelajaran.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) untuk mengembangkan serta mengevaluasi efektivitas suatu produk. Penelitian dilaksanakan di SMA Pembangunan Laboratorium UNP pada Desember 2024 hingga Januari 2025. Subjek penelitian meliputi tiga dosen Kimia FMIPA UNP, dua guru kimia SMA Pembangunan Laboratorium UNP, serta 31 peserta didik yang terlibat dalam uji praktikalitas. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4-D, yang terdiri dari empat tahap, yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*development*), dan penyebaran (*dissemination*). Namun, penelitian ini hanya berfokus pada tahap pengembangan dan praktikalitas.

Tahap pendefinisian diawali dengan observasi langsung serta wawancara bersama guru kimia untuk mengidentifikasi potensi dan permasalahan yang ada dalam pembelajaran. Informasi yang diperoleh dari proses ini digunakan sebagai dasar dalam merumuskan tujuan penelitian. Analisis yang dilakukan pada tahap ini mencakup lima aspek utama yang saling berkaitan. Analisis ujung depan bertujuan untuk mengidentifikasi

serta menetapkan masalah mendasar yang dihadapi oleh guru dan siswa dalam proses pembelajaran. Selanjutnya, analisis peserta didik dilakukan untuk memahami karakteristik siswa berdasarkan kemampuan akademik, gaya belajar, serta pengalaman belajar mereka. Data yang mendukung analisis ini diperoleh melalui angket yang diberikan kepada peserta didik, yang terdiri dari 14 butir pertanyaan, serta wawancara dengan guru kimia yang mencakup 18 butir pertanyaan. Selain itu, dilakukan analisis tugas guna menyusun deskripsi rinci mengenai materi pembelajaran, termasuk struktur isi, konsep utama, serta tujuan pembelajaran yang akan dikembangkan dalam modul. Sejalan dengan itu, analisis konsep bertujuan untuk mengidentifikasi konsep-konsep penting yang nantinya akan disusun secara sistematis dalam modul pembelajaran. Tahap terakhir dalam pendefinisian adalah perumusan tujuan pembelajaran, yang dilakukan dengan merangkum hasil analisis tugas dan konsep sehingga menghasilkan tujuan pembelajaran yang jelas dan terarah. Data yang mendukung proses ini dikumpulkan melalui wawancara serta studi literatur, sehingga menghasilkan dasar yang kuat dalam pengembangan modul pembelajaran.

Pada tahap perancangan, disusun rancangan awal modul yang akan dikembangkan dengan mempertimbangkan tiga aspek utama, yaitu pemilihan media, pemilihan format, dan penyusunan rancangan awal. Pemilihan media dilakukan dengan menentukan materi yang relevan dengan kebutuhan siswa serta disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran yang telah dianalisis pada tahap sebelumnya. Selanjutnya, pemilihan format berfokus pada penentuan struktur, tata letak, serta desain bahan ajar, termasuk pemilihan jenis huruf, warna, dan tata letak halaman guna meningkatkan keterbacaan serta daya tarik modul. Setelah itu, disusun rancangan awal yang berfungsi sebagai kerangka dasar dalam pengembangan lebih lanjut, sehingga modul dapat disusun secara sistematis dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan.

Pada tahap pengembangan, modul yang telah dirancang dikembangkan lebih lanjut dan melalui proses validasi untuk menilai tingkat kelayakan serta praktikalitasnya. Validasi dilakukan menggunakan instrumen angket yang dirancang untuk mengukur empat aspek utama, yaitu kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan, dengan total 34 butir pernyataan. Kelayakan isi dinilai melalui 15 butir pernyataan yang mengukur relevansi materi dengan tujuan pembelajaran. Kebahasaan dievaluasi menggunakan lima butir pernyataan yang menilai kejelasan dan keterpahaman bahasa yang digunakan. Penyajian modul diuji melalui enam butir pernyataan untuk memastikan sistematika dan penyampaian materi yang efektif. Sementara itu, aspek kegrafikan dinilai melalui delapan butir pernyataan yang berfokus pada elemen visual, tata letak, serta kesesuaian desain modul dengan prinsip keterbacaan dan estetika^[28].

Validitas instrumen dianalisis menggunakan skala Aiken's V, yang digunakan untuk menilai sejauh mana suatu instrumen atau produk layak berdasarkan penilaian para validator. Dalam proses ini, setiap validator memberikan skor terhadap setiap item, yang kemudian dibandingkan dengan rentang skor yang telah ditentukan sebelumnya. Instrumen dianggap valid jika hasil perhitungan Aiken's V mencapai nilai 0,80 atau lebih. Sebaliknya, jika nilainya berada di bawah 0,80, maka instrumen tersebut dinyatakan tidak valid dan memerlukan revisi guna meningkatkan kualitas serta kesesuaiannya dengan tujuan penelitian.

Selain validasi, dilakukan pula uji praktikalitas terhadap modul yang dikembangkan dengan menggunakan angket yang diberikan kepada guru dan siswa. Angket ini terdiri dari 13 butir pernyataan yang mencakup tiga aspek utama, yaitu kemudahan penggunaan, efisiensi waktu pembelajaran, dan manfaat modul dalam proses pembelajaran. Kemudahan penggunaan dinilai melalui tiga butir pernyataan yang mengukur sejauh mana modul dapat diakses dan digunakan tanpa hambatan yang berarti. Efisiensi waktu pembelajaran dievaluasi melalui dua butir pernyataan yang menilai sejauh mana modul dapat membantu mengoptimalkan durasi pembelajaran. Sementara itu, manfaat modul dianalisis melalui delapan butir pernyataan yang menilai dampaknya terhadap pemahaman konsep serta peningkatan keterampilan siswa.

Nilai praktikalitas dihitung dengan membandingkan skor mentah yang diperoleh dari responden dengan skor maksimum yang mungkin dicapai, lalu dikonversi ke dalam bentuk persentase. Hasil analisis ini kemudian dikategorikan berdasarkan skala praktikalitas yang telah ditetapkan sebelumnya. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan modul pembelajaran yang tidak hanya valid secara teoretis, tetapi juga praktis dan efektif dalam mendukung pembelajaran kimia di tingkat SMA^[29].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dan pengembangan yang dilakukan menghasilkan produk berupa modul hukum dasar kimia berbasis GDL yang terintegrasi dengan TPACK untuk fase E SMA. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kevalidan dan praktikalitas modul. Hasil dari setiap tahapan penelitian dirinci sebagai berikut.

3.1 Tahap Pendefinisian

Tahap pendefinisian (*define*) melibatkan beberapa kegiatan utama, yaitu analisis ujung depan, analisis konsep, serta perumusan tujuan pembelajaran. Berikut hasil dari setiap analisis yang dilakukan.

3.1.1 Analisis ujung depan

Berdasarkan hasil analisis ujung depan (*front-end analysis*), ditemukan bahwa hukum dasar kimia dianggap sulit dipahami oleh siswa karena sifatnya yang abstrak, melibatkan perhitungan, serta memerlukan pemahaman konsep yang mendalam. Wawancara dengan guru kimia mengungkapkan bahwa bahan ajar yang tersedia kurang menarik dan belum sepenuhnya mendukung pembelajaran mandiri. Sebagian besar bahan ajar yang digunakan di sekolah masih berupa buku cetak dari penerbit, yang belum terintegrasi dengan teknologi digital serta tidak dilengkapi dengan model pembelajaran yang dapat membantu siswa belajar secara mandiri. Selain itu, hasil angket menunjukkan bahwa 72,1% peserta didik menganggap hukum dasar kimia sebagai materi yang sulit, sementara 60,7% siswa menyatakan bahwa bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran kurang menarik.

Temuan ini selaras dengan penelitian Lahinda (2021), yang menunjukkan adanya miskonsepsi dalam materi hukum dasar kimia sehingga membuatnya sulit dipahami^[3]. Dalam hal ini, modul pembelajaran dapat menjadi solusi untuk mendukung pembelajaran mandiri siswa^[8], sementara peran guru tetap esensial dalam meningkatkan keaktifan siswa melalui penerapan model pembelajaran yang sesuai^[30].

3.1.2 Analisis Peserta Didik

Hasil analisis peserta didik (*learner analysis*) menunjukkan bahwa mayoritas siswa memiliki smartphone dan memiliki intensitas tinggi dalam mengakses internet. Siswa juga menunjukkan minat yang besar dalam menggunakan bahan ajar berbasis teknologi digital dalam pembelajaran. Penelitian Ahmad (2020) mengungkapkan bahwa pemanfaatan teknologi dalam penyusunan modul tidak hanya mempermudah pembelajaran tetapi juga meningkatkan minat belajar siswa^[19].

3.1.3 Analisis Tugas

Analisis tugas mengacu pada keputusan Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan yang menetapkan capaian pembelajaran untuk materi hukum dasar kimia, yaitu pemahaman terhadap hukum-hukum dasar kimia serta peranannya dalam kehidupan sehari-hari^[31]. Untuk mencapai kompetensi tersebut, peserta didik diharapkan mampu 1) menjelaskan hukum-hukum dasar kimia dan aplikasinya, 2) melakukan percobaan terkait, serta 3) menerapkan konsep hukum dasar kimia dalam menyelesaikan perhitungan.

3.1.4 Analisis Konsep

Analisis konsep (*concept analysis*) menunjukkan bahwa materi hukum dasar kimia mengandung konsep-konsep abstrak yang memerlukan pemahaman mendalam serta melibatkan banyak perhitungan. Konsep abstrak umumnya sulit diajarkan

dan membutuhkan strategi pengajaran yang memanfaatkan model atau ilustrasi sebagai alat bantu dalam menjelaskan atau menganalisis atribut dan variabel pentingnya^[32]. Beberapa konsep utama yang diidentifikasi dalam materi ini meliputi hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum perbandingan berganda, hukum perbandingan volume, serta hipotesis Avogadro. Konsep-konsep ini kemudian disajikan dalam tabel analisis konsep dan dirancang secara hierarkis dalam peta konsep.

3.1.5 Perumusan Tujuan Pembelajaran

Perumusan tujuan pembelajaran menghasilkan alur yang menjadi pedoman dalam mempelajari hukum dasar kimia. Tujuan pembelajaran yang ditetapkan mencakup beberapa aspek utama, yaitu pemahaman konsep, keterampilan praktis, dan penerapan dalam perhitungan. Peserta didik diharapkan mampu menjelaskan berbagai hukum dasar kimia, seperti hukum kekekalan massa, hukum perbandingan tetap, hukum perbandingan berganda, hukum perbandingan volume, serta hipotesis Avogadro beserta peranannya

dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, mereka juga diharapkan dapat melakukan percobaan terkait hukum kekekalan massa serta menerapkan hukum-hukum dasar kimia dalam penyelesaian perhitungan kimia.

3.2 Tahap Perancangan

Tahap perancangan (*design*) meliputi pemilihan media, pemilihan format, serta penyusunan rancangan awal. Hasil dari masing-masing kegiatan dirangkum sebagai berikut.

3.2.1 Pemilihan Media

Media yang dipilih dalam pengembangan modul adalah modul cetak terintegrasi TPACK. Pemilihan ini selaras dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan integrasi teknologi digital dalam proses pembelajaran. Modul ini dilengkapi dengan *barcode* yang dapat digunakan untuk mengakses video pembelajaran di YouTube, serta evaluasi menggunakan platform seperti GimKit, Wordwall, dan Google Form (GForm), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



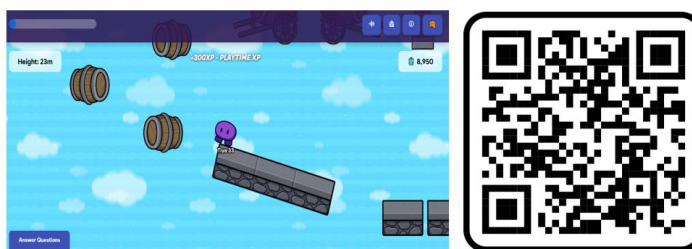
<https://www.youtube.com/watch?v=FK3vc6ltPKQ>

(a)

f. Assessment

Silahkan kerjakan game pada link barcode berikut !

<https://www.gimkit.com/join/6784e52d0baf1d872505b031>



(b)



(c)

Gambar 1 (a) Contoh akses *barcode* video YouTube; (b) Contoh akses *barcode* GimKit; (c) Dokumentasi praktikalitas peserta didik terhadap fitur media yang ada pada modul.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan audio dan video dalam pembelajaran dapat mengurangi kejenuhan siswa serta meningkatkan hasil belajar mereka^[33].

3.2.2 Pemilihan Format

Format modul disusun berdasarkan pedoman pembuatan materi pelajaran yang dikeluarkan oleh Kemendikbud (2017)^[34] dan mengikuti langkah-langkah kegiatan dalam model GDL. Model GDL bertujuan untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam menemukan konsep secara mandiri dengan bimbingan guru^[35].

3.2.3 Rancangan Awal

Modul yang dikembangkan memiliki struktur yang sistematis untuk mendukung proses pembelajaran hukum dasar kimia. Bagian awal terdiri dari cover yang mencantumkan judul, mata pelajaran, materi pembelajaran, kelas, penulis, serta daftar isi. Pada bagian pendahuluan, terdapat capaian pembelajaran, tujuan, deskripsi singkat, motivasi, dan petunjuk penggunaan modul agar peserta didik dapat memahami alur pembelajaran dengan lebih jelas. Selanjutnya, bagian pembelajaran berisi rangkaian kegiatan belajar yang mencakup tujuan, langkah-langkah pembelajaran, kesimpulan, serta tugas untuk memperkuat pemahaman siswa. Modul ini juga dilengkapi dengan bagian evaluasi yang berisi soal-soal untuk mengukur pemahaman peserta didik, kunci jawaban, serta daftar referensi yang digunakan^[34]. Contoh tampilan modul hukum dasar kimia berbasis GDL terintegrasi TPACK dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Contoh Tampilan *Motivation and Problem Presentation* pada modul terintegrasi TPACK.

Pengembangan modul ini dilakukan dengan menggunakan Microsoft Word 2010 dan aplikasi Canva, serta disesuaikan dengan standar penulisan modul yang berlaku untuk memastikan kualitasnya.

3.3 Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan (*develop*) melibatkan uji validasi dan uji praktikalitas untuk menilai kualitas modul yang dikembangkan.

3.3.1 Uji Validasi

Validasi modul dilakukan oleh lima validator yang terdiri dari tiga dosen kimia dan dua guru bidang studi kimia. Hasil analisis uji validitas modul disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Uji Validitas Modul Hukum Dasar Kimia Berbasis GDL Terintegrasi TPACK untuk Fase E SMA

No.	Aspek yang dinilai	Nilai V	Kategori Kevalidan
1.	Kelayakan Isi	0,946	Valid
2.	Kebahasaan	0,91	Valid
3.	Penyajian	0,907	Valid
4.	Kegrafikaan	0,925	Valid
Rata-rata		0,929	Valid

Berdasarkan hasil validasi, modul hukum dasar kimia berbasis GDL terintegrasi TPACK dinyatakan valid dalam semua aspek yang dinilai. Pada aspek kelayakan isi, modul memperoleh nilai 0,946, yang menunjukkan bahwa materi telah sesuai dengan kurikulum serta mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kelayakan isi dalam bahan ajar harus disesuaikan dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan^[27].

Dalam aspek kebahasaan, modul mendapatkan skor 0,91, yang juga masuk dalam kategori valid. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan bahasa dalam modul sudah jelas, efektif, dan mudah dipahami oleh peserta didik. Bahasa yang digunakan dalam modul sebaiknya baku, sederhana, serta sesuai dengan kaidah tata bahasa agar lebih ramah pengguna (*user-friendly*)^[34]. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menekankan pentingnya penggunaan bahasa yang komunikatif dalam bahan ajar^[36]

Sementara itu, aspek penyajian memperoleh skor 0,907, yang juga termasuk dalam kategori valid. Hal ini mengindikasikan bahwa modul telah disajikan secara sistematis sesuai dengan sintaks GDL dan tujuan pembelajaran. Sejalan dengan penelitian terdahulu, struktur dan sistematika penyajian dalam modul yang dikembangkan harus disusun dengan cermat agar mendukung pemahaman peserta didik^[37]. Selain itu, soal-soal dan lembar evaluasi yang terdapat dalam modul telah disesuaikan dengan tujuan pembelajaran^[38]

Pada aspek kegrafikaan, modul memperoleh nilai 0,925, yang menandakan bahwa desainnya menarik serta menggunakan tata letak yang sistematis. Pemilihan huruf yang sesuai serta penyajian tabel, gambar, dan grafik yang jelas membantu peserta didik dalam memahami isi modul. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa bahan ajar dengan desain yang menarik dan pemilihan warna yang tepat dapat meningkatkan motivasi belajar siswa^[39].

3.3.2 Uji Praktikalitas

Uji praktikalitas dilakukan oleh dua guru kimia dan 31 peserta didik. Hasil analisis terhadap kepraktisan

modul hukum dasar kimia berbasis GDL yang terintegrasi dengan TPACK disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis uji praktikalitas modul hukum dasar kimia berbasis GDL terintegrasi TPACK oleh guru dan peserta didik

No.	Aspek yang dinilai	Nilai P		Kategori Kepraktisan
		Guru	Peserta Didik	
1.	Kemudahan Penggunaan	95%	91%	Sangat Praktis
2.	Efisiensi Waktu Pembelajaran	90%	90%	Sangat Praktis
3.	Manfaat dan Kegunaan	93%	92%	Sangat Praktis
Rata-rata		93%	91%	Sangat Praktis

Hasil analisis menunjukkan bahwa modul hukum dasar kimia berbasis GDL terintegrasi TPACK memiliki tingkat kepraktisan yang tinggi. Pada aspek kemudahan penggunaan, modul mendapatkan skor rata-rata 95% dari guru dan 91% dari peserta didik, yang dikategorikan sangat praktis. Hal ini menunjukkan bahwa modul disusun dengan langkah-langkah pembelajaran yang jelas, menggunakan font yang mudah dibaca, serta dilengkapi dengan kegiatan pembelajaran, gambar, tabel, dan pertanyaan kunci yang membantu pemahaman peserta didik. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menegaskan bahwa bahan ajar yang menarik dan sistematis dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran^[37].

Pada aspek efisiensi waktu pembelajaran, modul memperoleh nilai rata-rata 90% baik dari guru maupun peserta didik. Ini menunjukkan bahwa modul membantu siswa dalam melakukan aktivitas pembelajaran dengan lebih efisien serta memungkinkan mereka belajar sesuai dengan kecepatan masing-masing^[40]. Sebagai contoh, bagian praktikum dalam modul menawarkan dua pilihan pelaksanaan, yaitu secara offline maupun online melalui video YouTube. Keberadaan model GDL dalam modul juga berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi waktu pembelajaran, karena setiap tahapan dalam modul dapat diikuti dengan jelas oleh peserta didik^[27].

Selain itu, pada aspek manfaat dan kegunaan, modul mendapatkan nilai rata-rata 93% dari guru dan 92% dari peserta didik, yang juga termasuk dalam kategori sangat praktis. Modul ini memberikan berbagai manfaat, seperti membantu siswa belajar secara mandiri, memahami materi melalui gambar, video, dan audio yang tersedia, serta meningkatkan motivasi belajar. Kepraktisan modul ini juga didukung oleh hasil pada

tahap data *collection*, sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 3.

B. Data Collection

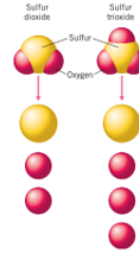
Perhatikan dua senyawa sulfur dioksida (SO₂), dan sulfur trioksida (SO₃) yang diilustrasikan pada Gambar 10. Dalam satu molekul dari masing-masing senyawa tersebut terdapat satu atom S (belerang), sehingga kedua molekul tersebut harus mempunyai massa belerang yang sama.

Sekarang mari kita fokus pada oksigen. Molekul SO₂ memiliki dua atom O; molekul SO₃ mempunyai tiga atom O. Artinya perbandingan atom O pada kedua senyawa tersebut adalah 2 : 3

Contoh lainnya Senyawa yang digunakan Dalton adalah karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂). Dari perbandingan keduanya, diperoleh hasil sebagai berikut.

Senyawa	Massa C	Massa O	Massa C : Massa O
CO	1,2 gram	1,6 gram	3 : 4
CO ₂	1,2 gram	3,2 gram	3 : 8

Jika massa karbon di dalam CO dan CO₂ sama, massa oksigen di dalamnya akan memenuhi perbandingan tertentu. Perbandingan massa oksigen pada senyawa CO dan CO₂ yang diperoleh Dalton adalah 4 : 8 = 1 : 2. Dengan demikian, hukum Dalton dikenal sebagai hukum perbandingan berganda.



Gambar 10. Perbandingan unsur penyusun molekul senyawa SO₂ dan SO₃ (Brady, 2012)



Untuk lebih memahami hukum perbandingan berganda, Anda bisa perhatikan video berikut, selamat menyaksikan.

<https://youtu.be/Tm85mTacwsg?si=no7aW8sHuoQtzd0h>

Gambar 3. Tampilan *Data Collection* pada modul.

Bagian ini membahas tentang Hukum Perbandingan Berganda, yang menyatakan bahwa jika dua unsur membentuk lebih dari satu senyawa, maka perbandingan massa salah satu unsur terhadap unsur lainnya dalam senyawa tersebut merupakan bilangan bulat sederhana. Untuk memperjelas konsep ini, digunakan contoh senyawa sulfur dioksida (SO₂) dan sulfur trioksida (SO₃), yang memiliki unsur belerang (S) dan oksigen (O) dalam perbandingan yang berbeda. Dalam SO₂, rasio atom O terhadap S adalah 2:1, sedangkan dalam SO₃, rasionya menjadi 3:1. Gambar ini membantu siswa memahami bagaimana perbedaan jumlah atom unsur dalam senyawa tetap mengikuti pola perbandingan sederhana.

Di akhir penjelasan, disediakan akses ke video pembelajaran yang lebih spesifik melalui barcode, sehingga peserta didik dapat memahami konsep dengan lebih mudah. Pemanfaatan teknologi dalam modul ini memungkinkan penyampaian materi yang lebih interaktif dan mendukung pembelajaran mandiri. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan teknologi dalam bahan ajar dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep yang kompleks^[21]. Contoh penerapannya dapat dilihat pada Gambar 4.

C. Data Processing

1. Membuktikan hukum perbandingan berganda!

Gas sulfur dioksida (SO_2) adalah salah satu gas rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Ada dua senyawa yang dapat disusun oleh unsur sulfur (S) dan oksigen (O). Masing-masing senyawa memiliki massa 100g. Senyawa pertama disusun oleh 50g S dan senyawa kedua disusun oleh 40g S. Buktikan melalui perhitungan bagaimana konsep hukum perbandingan berganda terpenuhi!

Senyawa	Massa Sulfur	Massa Oksigen	Massa Senyawa
Senyawa I	50 g	50 g	100 g
Senyawa II	40 g	60 g	100 g

Pada senyawa I perbandingan massa S:O adalah 1:1
 Pada senyawa II perbandingan massa S:O adalah 2:3

Perbandingan massa oksigen terhadap sulfur pada kedua senyawa tersebut adalah bilangan bulat sederhana, yaitu 1:1 dan 2:3
 Hal ini membuktikan bahwa hukum perbandingan berganda benar terpenuhi.

2. Mencari perbandingan unsur tertentu pada senyawa A dan B

- 1) Dua buah senyawa oksida nitrogen (N_2O_x) yang tersusun atas unsur oksigen dan nitrogen dengan komposisi sebagai berikut.

Senyawa	Massa Nitrogen (g)	Massa Oksigen (g)
I	28	16
II	28	48

Tentukan perbandingan antara massa oksigen pada senyawa I dan II!

Untuk menentukan perbandingan massa oksigen pada kedua senyawa tersebut, Ananda cukup melihat massa oksigen yang diketahui. karena massa nitrogennya sudah sama. Sehingga kita dapat langsung mencari perbandingan dari massa oksigen

Massa oksigen I : Massa oksigen II

$$\frac{16 \text{ g}}{16} : \frac{48 \text{ g}}{16}$$

Jadi, perbandingan massa oksigen pada senyawa I dan II adalah 1 : 3.

(a)

- 2) N dan O membentuk senyawa N_2O dan N_2O_5 , berapa perbandingan massa N ketika pada kedua senyawa jika massa O tetap?

Senyawa	N : O
N_2O	2 : 1
N_2O_5	2 : 5

Jika ingin mencari perbandingan massa N, maka perbandingan O harus tetap

Senyawa	N : O	O tetap
N_2O	2 : 1 (dikali 5)	10 : 5
N_2O_5	2 : 5	2 : 5

Sehingga didapatkan perbandingan massa N pada senyawa N_2O dan N_2O_5 adalah 10 : 2 atau 5 : 1

D. Verification

Setelah kalian mempelajari dan memahami materi hukum perbandingan berganda, maka tuliskanlah kembali hipotesis Ananda, kemudian buktikan kebenaran Hipotesis Ananda pada kolom di bawah ini!

Jika dua unsur dapat membentuk lebih dari satu senyawa, maka perbandingan massa salah satu unsur yang bergabung dengan massa unsur lain yang tetap merupakan bilangan bulat sederhana. contohnya unsur N dan O dapat membentuk senyawa N_2O dan N_2O_5

E. Closure

Setelah mempelajari materi tadi, simpulkanlah dengan kata-kata sendiri terkait hukum perbandingan berganda!

Apabila kita mengambil sejumlah atom A yg sama (massanya tetap) lalu kita lihat berapa banyak atom B yang dibutuhkan untuk membentuk masing-masing senyawa, maka perbandingan jumlah atom B akan selalu berupa angka bulat sederhana.

(b)

Gambar 4. Contoh bagian Data Collection dan jawaban peserta didik

Berdasarkan jawaban siswa, dapat disimpulkan bahwa mereka mampu menjawab pertanyaan dengan benar serta menyimpulkan konsep Hukum Perbandingan Berganda dengan baik. Ini menunjukkan bahwa modul pembelajaran yang dikembangkan tidak hanya praktis dari segi manfaat, tetapi juga efektif dalam membantu siswa memahami konsep yang diajarkan. Penggunaan visualisasi, contoh soal, dan pendekatan pembelajaran berbasis teknologi terbukti mampu meningkatkan pemahaman terhadap konsep kimia yang abstrak.

Secara keseluruhan, hasil uji validitas dan uji praktikalitas menunjukkan bahwa modul hukum dasar kimia berbasis GDL terintegrasi TPACK untuk peserta didik fase E SMA telah memenuhi kriteria valid dan praktis. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa modul berbasis GDL dan TPACK telah terbukti valid serta efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran kimia^[27].

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa modul hukum dasar kimia berbasis GDL yang terintegrasi dengan TPACK untuk fase E telah memenuhi kriteria validitas dan kepraktisan yang sangat baik. Validitas modul ini mencerminkan kesesuaian materi dengan kurikulum serta kejelasan bahasa, penyajian, dan desain grafisnya. Sementara itu, tingkat kepraktisannya menunjukkan bahwa modul ini mudah digunakan, efisien dalam pembelajaran, serta memberikan manfaat yang signifikan bagi peserta didik.

Agar modul ini dapat diterapkan secara optimal dalam proses pembelajaran, penelitian lanjutan disarankan untuk menguji efektivitasnya dalam meningkatkan pemahaman konsep dan hasil belajar siswa. Pengujian lebih lanjut juga dapat mengeksplorasi bagaimana modul ini berkontribusi terhadap keterampilan berpikir kritis dan kemandirian belajar peserta didik.

REFERENSI

- [1] Brown. *Chemistry The Central Science*. 12th ed. Manufactured in the United States of America: Pearson Education, Inc; 2012.
- [2] Fajriani GN, Sopandi W, Kadarohman A. Miskonsepsi Siswa Yang Menggunakan Teks Perubahan Konseptual Mengenai Hukum-Hukum Dasar Kimia. *Orbital J Pendidik Kim*. 1970. 3(1): 30–41.
- [3] Lahinda CG, Krisen SS. Analisis Miskonsepsi Siswa Pada Materi Hukum Dasar Kimia Menggunakan Two-Tier Diagnostic Test Di SMA Negeri 1 Tatapaan. *Gen Chem J [Internet]*. 2021. 1(1): 5–10.
- [4] Siti Hawa. Pengembangan Sumber Belajar Berbasis Karakter Peserta Didik (Ikhtiar Optimalisasi Proses Pembelajaran Pendidikan Agama Islam (PAI)). *Azkiya J Aktual Pendidik Islam*. 2023. 19(2): 5–24.
- [5] Ranti Gusti Rahayu, Yerimadesi. Efektivitas Modul Stoikiometri Berbasis Guided Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Siswa. *J Pendidik Mipa*. 2022. 12(3): 425–30.
- [6] Samsinar S. Urgensi Learning Resources (Sumber Belajar). *J Kependidikan*. 2020. 13: 194–205.
- [7] Oishi I. Pentingnya Belajar Mandiri Bagi Peserta Didik Di Perguruan Tinggi. *J IKRA-ITH Hum*. 2020. 4(2).
- [8] Ulianta IK, Sukardjo M, Priono P. Pengaruh Modul Pembelajaran dan Kecerdasan Intrapersonal terhadap Hasil Belajar kimia Siswa di SMPN 90 Jakarta. *JTP - J Teknol Pendidik*. 2020. 22(1): 25–39.
- [9] Daroini AF, Alfiana H. Kesulitan Pembelajaran Matematika Di Masa Pandemi: Kebutuhan Akan Modul Untuk Belajar Mandiri. 2022. 6(1): 1–19.
- [10] Rikizaputra R, Lufri, Amran A, Asrizal, Hardeli. Analisis Effect Size Pengaruh Modul Berbasis Sainstifik Pada Pembelajaran Ipa. *LENZA (Lentera Sains) J Pendidik IPA*. 2021. 11(1): 38–46.
- [11] Octavia A. A, Erika F, Nurhadi M. Respon Siswa Terhadap Pembelajaran Guided Discovery Learning Berbasis Indigenous Knowledge di SMA Negeri 5 Samarinda. *Bivalen Chem Stud J [Internet]*. 2021. 4(2): 21–6.
- [12] Silviana N, Septiani Putri A, Dwi Azka Konita T, Dotimineli A. Implementasi Model Guided Discovery Learning Berbasis LSLC Pada Materi Asam Basa Terhadap Hasil Belajar Siswa SMAN 10 Padang. *J Pendidik Kim FKIP Univ Halu Oleo [Internet]*. 2023. 8(1): 11924–33.
- [13] Syolendra DF, Mustafa LK, Hidayanti E, Saputra B. Dampak Model Discovery Learning terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Indonesia pada Pembelajaran Kimia: Meta-analisis The Impact of The Discovery Learning Model on Indonesian Students ' Critical Thinking Skill in Chemistry Learning : A Met. 2024. 6(2): 108–12.
- [14] Arung AO, Erika F, Nurhadi M. Guided Discovery Learning Berbasis Indigenous Knowledge untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Siswa. *SAP (Susunan Artik Pendidikan)*. 2022. 6(3): 361–8.
- [15] Warlinda YA, Yerimadesi Y, Hardeli H, Andromeda A. Implementation of Guided

- Discovery Learning Model with SETS Approach Assisted by E-Modul Chemistry on Scientific Literacy of Students. *J Penelit Pendidik IPA*. 2022. 8(2): 507–14.
- [16] Diana Rosa Putri, Nugraheni EA. Pengaruh Model Pembelajaran Guided Discovery Learning (GDL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa SMA. *Prox J Penelit Mat dan Pendidik Mat*. 2022. 5(2): 191–7.
- [17] Prasetyana SD, Sajidan S, Maridi M. Pengembangan model pembelajaran discovery learning yang diintegrasikan dengan group investigation pada materi protista kelas X SMA Negeri Karangpandan. *Inkuiri [Internet]*. 2015. 4(2): 135–48.
- [18] Khaira U. Entalpi Pendidikan Kimia. *Entalpi Pendidik Kim*. 2020. 05: 77–87.
- [19] Ahmad N, Ilato R, Payu BR. Pengaruh Pemanfaatan Teknologi Informasi Terhadap Minat Belajar Siswa. *Jambura Econ Educ J*. 2020. 2(2): 70–9.
- [20] Rouli dkk. Interdisciplinary Explorations in Research PENINGKATAN KEAKTIFAN SISWA DALAM ATAS. 2023. 1: 131–8.
- [21] Indriyani L. Pemanfaatan Media Pembelajaran Dalam Proses Belajar Untuk. *Pros Semin Nas Pendidik*. 2019. 2(1): 19.
- [22] Purnawati W, Maison M, Haryanto H. E-LKPD Berbasis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Sebuah Pengembangan Sumber Belajar Pembelajaran Fisika. *Tarbawi J Ilmu Pendidik*. 2020. 16(2): 126–33.
- [23] Arifah N. Pembelajaran bahasa inggris SMA/MA/SMK dengan kerangka TPACK teori dan praktik. 2019.
- [24] Zahwa VI, Pahlevi T. Pengaruh technological pedagogical and content knowledge (tpack) terhadap teacher readiness mahasiswa pendidikan fakultas ekonomika dan bisnis universitas negeri surabaya. 2024. 5(2): 199–212.
- [25] Hardanti P, Murtinugraha RE, Arthur R. Studi Literatur: Pemanfaatan Pendekatan TPACK (Technological, Pedagogical, And Content Knowledge) pada Pengembangan E-Modul Pembelajaran. *J Teknol Pendidik*. 2024. 1(3): 11.
- [26] Antika R. Efektivitas E-Modul Kesetimbangan Kimia Berbasis Problem Based Learning Terintegrasi TPACK Terhadap Peningkatan Literasi Numerasi Peserta Didik Fase F di SMAN 1 Luhak Nan Duo. *Edukimia*. 2024. 6(3): 154–60.
- [27] Weni U. Pengembangan Modul Struktur Atom Berbasis Guided Discovery Learning (GDL) Terintegrasi TPACK untuk Fase E SMA. *J Pendidik*. 2024. 14(September): 723–31.
- [28] Aiken LR. Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings, educational and psychological measurement. *Educ Psychol Meas*. 1985. 45(1): 131–42.
- [29] Purwanto. Evaluasi Hasil Belajar. Pustaka Belajar; 2010.
- [30] Yerimadesi Y, Bayharti B, Azizah A, Lufri L, Andromeda A, Guspatni G. Effectiveness of acid-base modules based on guided discovery learning for increasing critical thinking skills and learning outcomes of senior high school student. *J Phys Conf Ser*. 2019. 1185(1).
- [31] Kemendikbudristek. Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 032/H/KR/2024. 2024.
- [32] Herron JD, Cantu LL, Ward R, Srinivasan V. Problems associated with concept analysis. *Sci Educ* 1977;61(2):185–99.
- [33] Adha IA. Meta-Analisis Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Video Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Intan. *J Penelit dan Pembelajaran Fis* 2020;6(2):162–72.
- [34] Kemendikbud. Panduan Praktis Penyusun e-Modul Pembelajaran. Kemendikbud 2017;1–57.
- [35] Yerimadesi, Kiram PY, Lufri. Buku Model Guided Discovery Learning untuk Pembelajaran Kimia (GDL-PK) SMA. 2017.
- [36] Khaira U, Yerimadesi Y. Validitas E-Modul Kimia Unsur Berbasis Guided Discovery Learning untuk Kelas XII SMA/ MA. *Entalpi Pendidik Kim* 2021;2(1):47–56.
- [37] Siska Handa Yani, Yerimadesi Yerimadesi. Validitas dan Praktikalitas Modul Reaksi Kimia Berbasis Guided Discovery Learning Terintegrasi Etnosains untuk Fase E SMA. *J Pendidik Mipa* 2023;13(2):436–44.
- [38] Permatasari W, Yerimadesi Y. Analisis Validitas dan Praktikalitas dari Modul Minyak Bumi Berbasis Guided Discovery Learning. *Edukimia* 2020;2(1):25–31.
- [39] Ilmi S, Trimulyono G. Berpikir Kritis Pada Materi Fungi Kelas X Sma the Eligibility of Activities-Based Books for Training Critical Thinking Skills on Fungi Materials for Grade X Senior High School. *J Pendidik* 2018;2(2):61–9.
- [40] Esra Hotmaria Gultom* SA. Pengembangan E-Modul Kimia Berbasis Stem Pada Materi Laju Reaksi Esra. *J Teknol Pendidik* 2023;8(2):425–34.