



VALIDITAS DAN PRAKTIKALITAS E-LKM BERBASIS PBL BERBANTUAN WIZER.ME PADA MATERI TERMOKIMIA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MURID SMA/MA

Thayyibah Sarirah¹, Andromeda^{2*}

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang^{1,2}

e-mail: andromeda@fmipa.unp.ac.id

Diterima: 9/2/2026; Direvisi: 20/2/2026; Diterbitkan: 26/2/2026

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Murid Elektronik (E-LKM) termokimia berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan *website wizer.me* serta mengetahui tingkat validitas dan praktikalitas produk yang dihasilkan. Penelitian ini adalah penelitian *Research and Development* (R&D) yang mengacu pada model pengembangan Plomp, meliputi tahap penelitian awal dan tahap pengembangan hingga prototipe IV. Subjek penelitian terdiri atas lima dosen kimia sebagai validator, dua guru dan dua belas murid kelas XI Fase F SMA Pertiwi 1 Padang sebagai subjek uji kepraktisan. Instrumen penelitian berupa lembar validitas dan angket praktikalitas. Data dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif menggunakan indeks Aiken's V untuk validitas dan persentase kepraktisan untuk praktikalitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKM termokimia berbasis PBL memiliki tingkat validitas yang tinggi dengan nilai rata-rata Aiken's V sebesar 0,88 (kategori valid). Uji kepraktisan menunjukkan persentase sebesar 92,96% berdasarkan respon guru dan 91,17% berdasarkan respon murid, keduanya termasuk kategori sangat praktis. Dengan demikian, E-LKM termokimia berbasis PBL berbantuan *website wizer.me* dinyatakan valid dan praktis serta layak digunakan sebagai media pembelajaran digital untuk mendukung pembelajaran kimia dan pengembangan kemampuan berpikir kritis murid SMA/MA.

Kata Kunci: E-LKM, Termokimia, PBL, Website Wizer.me, Berpikir Kritis

ABSTRACT

This study aims to develop a thermochemistry Electronic Student Worksheet (E-LKM) based on Problem Based Learning (PBL) assisted by the *wizer.me* website and to determine the level of validity and practicality of the resulting product. This study is a Research and Development (R&D) study that refers to the Plomp development model, including the preliminary research and prototyping phase up to prototype IV. The research subjects consisted of five chemistry lecturers as validators, two teachers and twelve students of grade XI Phase F of SMA Pertiwi 1 Padang. The research instruments were validity sheets and practicality questionnaires. Data were analyzed qualitatively and quantitatively using the Aiken's V index for validity and the practicality percentage for practicality. The results showed that the PBL-based thermochemistry E-LKM had a high level of validity with an average Aiken's V value of 0.88 (valid category). The practicality test showed a percentage of 92.96% based on teacher responses and 91.17% based on student responses, both of which are categorized as very practical. Thus, the PBL-based thermochemistry e-LKM supported by the *wizer.me* website is declared valid and practical, and is suitable for use as a digital teaching material to support chemistry learning and develop critical thinking skills in high school students.



Keywords: *E-LKM, Thermochemistry, PBL, Website Wizer.me, Critical Thinking*

PENDAHULUAN

Pendidikan pada hakikatnya merupakan kebutuhan dasar sepanjang hayat yang memfasilitasi manusia untuk menguasai ilmu pengetahuan dan berbagai keterampilan esensial (Arifin & Setiawan, 2020). Merespons dinamika global, pendidikan di Indonesia terus berinovasi melalui pengembangan kurikulum nasional yang berorientasi pada capaian pembelajaran komprehensif. Dalam kerangka kebijakan ini, guru diberikan keleluasaan atau otonomi profesional untuk merancang aktivitas belajar yang inovatif, edukatif, dan bermakna. Kompetensi pedagogis menuntut guru untuk mampu menerapkan strategi, model, dan perangkat pembelajaran yang selaras dengan tingkat kompetensi, karakteristik, serta kebutuhan peserta didik di sekolah (Windayanti et al., 2023). Kurikulum nasional secara tegas menitikberatkan pada penguasaan materi esensial sekaligus pengembangan karakter dan keterampilan mutakhir. Pendekatan *student-centered learning* diterapkan secara masif untuk mendorong interaksi aktif, di mana guru berperan sebagai fasilitator utama. Salah satu wujud keterampilan fundamental yang menjadi target sasaran utama kurikulum ini adalah sebuah kemampuan berpikir kritis. Keterampilan kognitif ini mencakup kapasitas murid dalam mengamati fenomena, menganalisis informasi, menalar secara logis, menilai secara objektif, hingga mampu menarik kesimpulan akurat guna memecahkan permasalahan akademik secara komprehensif dan sangat sistematis setiap harinya.

Meskipun kemampuan berpikir kritis menjadi orientasi pendidikan ideal, realitas di lapangan menunjukkan capaian murid di Indonesia masih berada pada taraf yang memprihatinkan. Kesenjangan ini terbukti secara empiris melalui publikasi data *Programme for International Student Assessment* pada tahun 2022 oleh *Organisation for Economic Co-operation and Development*. Laporan tersebut menyoroti rendahnya literasi sains murid, termasuk pada bidang kimia, dengan perolehan skor yang hanya mencapai 398. Angka tersebut tertinggal jauh di bawah skor rata-rata internasional yakni 487, dan menempatkan negara Indonesia pada peringkat 68 dari 81 negara partisipan. Rendahnya kemampuan berpikir kritis ini berakar pada praktik pembelajaran yang masih bersifat sangat konvensional (Putri et al., 2024). Fakta di dalam kelas memperlihatkan bahwa murid cenderung hanya dituntut untuk menghafal teori saja. Pembelajaran kimia masih sangat didominasi oleh metode ceramah satu arah, pemanfaatan perangkat belajar yang tidak maksimal, dan minimnya porsi latihan soal bermuatan *Higher Order Thinking Skills* yang seharusnya dirancang secara khusus untuk melatih serta menstimulasi daya nalar kritis dan analitis yang dimiliki oleh para peserta didik secara terus menerus dan berkelanjutan setiap saat.

Dalam ruang lingkup pendidikan kimia, kemampuan berpikir kritis sangat krusial untuk terus ditingkatkan melalui aktivitas pemecahan masalah dan penerapan konsep dasar ilmiah. Kompetensi ini secara signifikan membantu murid bersikap terbuka, memperkuat rasa ingin tahu, dan meningkatkan kapasitas analisis (Ulum & Kholik, 2021). Namun, mayoritas murid masih mengalami kesulitan besar dalam mengaitkan fenomena kimia dengan kerangka teori (Umroh et al., 2025). Salah satu pokok bahasan yang kerap menjadi hambatan utama adalah termokimia. Materi ini tergolong sangat rumit karena mengintegrasikan perhitungan matematis kompleks dengan konsep-konsep abstrak, sehingga mutlak menuntut pemahaman sistematis serta nalar kritis tingkat tinggi (Purnomo et al., 2022). Hambatan kognitif ini diperparah oleh kebiasaan belajar hafalan dan terbatasnya ketersediaan sumber belajar, yang memicu miskonsepsi kronis pada subtopik kalor, sistem-lingkungan, dan entalpi (Rosyidah et al., 2024;



Suleman et al., 2023). Untuk meminimalisasi kebuntuan akademik tersebut, para pendidik dituntut mengimplementasikan model pembelajaran inovatif modern seperti *Problem Based Learning*. Model *Problem Based Learning* terbukti sangat efektif menstimulasi murid agar terlibat aktif memecahkan permasalahan kontekstual di kehidupan sehari-hari dengan amat sangat baik dan tepat.

Penerapan model *Problem Based Learning* secara empiris telah diakui mampu mengakselerasi peningkatan keterampilan berpikir kritis, motivasi intrinsik, serta hasil belajar murid secara komprehensif (Yaningsi et al., 2022). Meskipun demikian, implementasi model pembelajaran ini akan jauh lebih efektif dan memiliki daya tarik maksimal apabila didukung secara penuh oleh integrasi teknologi digital terkini. Pesatnya kemajuan teknologi informasi pada era modern telah membuka peluang tak terbatas yang amat memudahkan murid untuk mengeksplorasi ilmu kimia di mana saja dan kapan saja. Transformasi digital ini secara langsung mendukung otonomi serta kemandirian belajar murid melalui penyediaan akses informasi yang sangat luas. Salah satu bentuk inovasi media fasilitasi yang paling prospektif untuk diterapkan pada materi termokimia adalah Elektronik Lembar Kerja Murid (E-LKM). Secara konseptual, E-LKM merupakan panduan belajar elektronik interaktif yang dirancang khusus untuk memandu pemahaman konseptual murid secara terstruktur. Perangkat ajar digital ini memiliki keunggulan fleksibilitas yang luar biasa karena amat sangat mudah diakses secara praktis menggunakan berbagai macam gawai elektronik canggih milik para murid, seperti *smartphone*, *laptop*, *tablet*, dan juga perangkat *computer* dengan sangat leluasa.

Dalam upaya mengembangkan perangkat pembelajaran digital yang berkualitas, pendidik membutuhkan sarana yang memadai. Salah satu platform inovatif yang amat direkomendasikan untuk mendesain E-LKM interaktif adalah *website* bernama *wizer.me*. Platform ini merupakan media digital mutakhir yang memungkinkan guru untuk menyusun lembar kerja secara kustom sesuai dengan tuntutan materi akademik (Sulastri et al., 2023). Keunggulan utama dari *wizer.me* terletak pada ketersediaan ragam fitur multimedia yang terintegrasi, seperti penyematian tayangan *video*, gambar visual, rekaman *audio*, hingga sistem umpan balik instan. Platform ini dirancang agar sangat mudah digunakan, dapat diakses secara fleksibel kapan saja, serta memberikan ruang bagi murid untuk merevisi jawaban sembari menerima evaluasi langsung dari pendidik. Berbagai keistimewaan tersebut menjadikan E-LKM berbantuan *wizer.me* terbukti sangat ampuh memantik minat, motivasi, dan gairah belajar kimia (Wahyuni & Wahyuni, 2025). Bertolak dari urgensi permasalahan utama serta analisis kesenjangan teoretis tersebut, riset ini menawarkan inovasi kebaruan yang bertujuan penuh untuk mengembangkan E-LKM termokimia berbasis *Problem Based Learning* berbantuan platform *wizer.me* guna meningkatkan secara sangat signifikan seluruh kemampuan berpikir kritis para murid pada jenjang pendidikan sekolah menengah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode penelitian dan pengembangan atau *research and development* dengan menggunakan model Plomp sebagai kerangka kerja sistematis. Model ini dipilih karena strukturnya yang mendetail, mulai dari tahap penelitian awal hingga pembuatan prototipe, serta adanya penekanan pada proses revisi yang berulang untuk menjamin kualitas produk akhir. Prosedur penelitian dilaksanakan dalam dua tahap utama, yakni *preliminary research* dan *prototyping phase*. Kegiatan penelitian berlangsung di Departemen Kimia Universitas Negeri Padang serta SMA Pertiwi 1 Padang selama semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Subjek yang terlibat dalam proses ini meliputi lima orang pakar kimia sebagai

validator instrumen, dua orang guru kimia sebagai praktisi, serta murid kelas XI Fase F sebagai subjek uji coba. Objek utama pengembangan adalah Lembar Kerja Murid Elektronik (E-LKM) pada materi termokimia yang diintegrasikan dengan model *problem based learning* melalui platform digital *wizer.me*.

Tahap penelitian awal difokuskan pada analisis kebutuhan guru dan murid, analisis konten materi sesuai kurikulum nasional, serta tinjauan literatur untuk merumuskan kerangka konseptual yang kokoh. Instrumen penelitian yang disiapkan terdiri dari lembar validasi untuk para ahli dan angket praktikalitas untuk mengukur respon pengguna. Setelah rancangan awal terbentuk, tahap pembuatan prototipe dilakukan melalui serangkaian evaluasi formatif. Proses ini diawali dengan *self evaluation* oleh peneliti, dilanjutkan dengan *expert review* untuk mendapatkan masukan teknis dan substansi dari validator. Setelah dinyatakan layak secara teoretis, produk diuji coba melalui tahap *one to one evaluation* kepada tiga orang murid dengan kategori kemampuan berbeda, kemudian dilanjutkan ke tahap *small group evaluation* yang melibatkan sembilan murid dan dua guru. Seluruh masukan pada setiap fase digunakan sebagai dasar revisi untuk memastikan produk tidak hanya valid secara ilmiah tetapi juga mudah dioperasikan di lapangan.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif guna menentukan tingkat kelayakan produk akhir. Untuk uji validitas, peneliti menggunakan indeks Aiken's V guna mengolah skor dari para ahli dengan rentang nilai 0 hingga 1, di mana skor di atas 0,80 dikategorikan sebagai produk yang valid. Sementara itu, analisis praktikalitas menggunakan teknik persentase untuk mengukur sejauh mana kemudahan dan efisiensi E-LKM saat digunakan oleh guru dan murid dalam proses pembelajaran yang sebenarnya. Kategori sangat praktis diberikan jika persentase respon pengguna berada pada rentang 81% hingga 100%. Melalui kombinasi metode pengembangan yang terstruktur dan teknik analisis data yang akurat, penelitian ini bertujuan menghasilkan media pembelajaran digital yang mampu memfasilitasi kemampuan berpikir kritis murid secara optimal pada materi termokimia yang sering dianggap abstrak dan sulit dipahami tanpa bantuan visualisasi interaktif.

Tabel 1. Kategori Validitas Menurut Aiken's V

Skala Aiken's V	Kategori
$\geq 0,80$	Valid
$< 0,80$	Tidak valid

Sumber: (Retnawati, 2016)

Tabel 2. Kategori Praktikalitas

Nilai praktikalitas (%)	Kategori Praktikalitas
81 – 100	Sangat Praktis
61 – 80	Praktis
41 – 60	Cukup Praktis
21 – 40	Kurang Praktis
0 – 20	Tidak Praktis

Sumber: (Riduwan, 2013)



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Penelitian ini menghasilkan E-LKM termokimia berbasis PBL untuk murid SMA/MA melalui tahapan model pengembangan Plomp, yang terdiri atas dua tahap, yaitu tahap penelitian awal (*preliminary research*) dan tahap pengembangan (*prototyping phase*).

Tahap Penelitian Awal (*Preliminary research*)

Analisis kebutuhan melalui angket kepada dua guru kimia dan 56 murid di SMAN 12 Padang dan SMA Pertiwi 1 Padang menunjukkan bahwa bahan ajar yang digunakan masih didominasi buku cetak, LKPD, modul, dan PPT, serta belum sepenuhnya mendukung sintaks model pembelajaran dan pengembangan berpikir kritis. Materi termokimia tergolong sulit, terutama pada aspek perhitungan dan penerapan konsep dengan partisipasi murid sedang, dan hasil belajar belum optimal karena beberapa murid belum mencapai KKTP. Hasil angket menunjukkan 80% murid mengalami kesulitan memahami materi termokimia, 63% kurang tertarik pada bahan ajar yang ada, 93% tertarik dan 95% setuju terhadap pengembangan E-LKM berbasis PBL. Oleh karena itu, dikembangkan E-LKM termokimia berbasis PBL melalui *wizer.me* sebagai solusi pembelajaran yang mendapat respons positif dari guru.

Analisis konten terhadap kurikulum kimia kelas XI Fase F menunjukkan bahwa materi termokimia yang dikembangkan selaras dengan capaian pembelajaran, khususnya dalam mengaitkan perubahan entalpi reaksi dengan sumber energi di lingkungan, sehingga sesuai dengan tuntutan kurikulum nasional (Permendikdasmen Nomor 12 Tahun 2025). E-LKM dirancang dalam tiga pertemuan berdasarkan sintaks PBL dengan permasalahan kontekstual untuk melatih pemahaman konsep sistem dan lingkungan, perubahan energi reaksi, dan perhitungan entalpi. Hasil tinjauan literatur menegaskan bahwa E-LKM berbasis PBL bisa meningkatkan keaktifan, kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar murid (Arisma dkk., 2025). Selain itu, penggunaan *wizer.me* dinilai valid dan praktis serta mampu meningkatkan ketertarikan murid terhadap pembelajaran (Wahyuni & Wahyuni, 2025). Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, analisis konten, dan dukungan penelitian terdahulu, disusun kerangka konseptual pengembangan E-LKM termokimia berbasis PBL berbantuan website *wizer.me* yang menekankan keterpaduan antara tujuan pembelajaran, materi, aktivitas berbasis masalah, dan pengembangan kemampuan berpikir kritis murid. Dengan demikian, temuan ini menunjukkan bahwa pengembangan E-LKM tersebut merupakan solusi pembelajaran yang relevan dan kontekstual untuk pembelajaran kimia SMA/MA.

Tahap Pengembangan (*Development or Prototyping Phase*)

Penelitian ini menghasilkan produk berupa E-LKM termokimia berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan website *wizer.me* yang ditujukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis murid SMA/MA. Proses pengembangan dilaksanakan melalui evaluasi formatif secara bertahap hingga diperoleh prototipe IV, yang dinyatakan valid dan praktis. Pada tahap perancangan awal, E-LKM disusun mengacu pada struktur umum LKM dan diintegrasikan website *wizer.me* untuk mendukung pembelajaran mandiri dan kolaboratif. Halaman pembuka E-LKM memuat judul, logo UNP, logo kurikulum nasional, nama dan instansi penulis, gambar pendukung yang mewakili konsep termokimia dan sasaran pengguna E-LKM sesuai dengan (Gambar 1)



Gambar 1. Cover E-LKM Termokimia berbasis PBL

Halaman pendukung meliputi kata pengantar, daftar pustaka, identitas penulis, capaian dan tujuan pembelajaran. Kata pengantar memuat ucapan pembuka penulis mengenai tujuan penyusunan E-LKM. Daftar pustaka berisi referensi yang digunakan dalam menyusun E-LKM. Capaian pembelajaran berfungsi menentukan kompetensi yang harus dikuasai murid pada materi termokimia, dan tujuan pembelajaran berfungsi mengarahkan seluruh proses pembelajaran agar hasil yang dicapai sesuai dengan kompetensi yang diinginkan. Petunjuk kerja E-LKM berisi panduan yang diperlukan murid dalam menggunakan dan mengoperasikan E-LKM termokimia yang disusun agar murid dapat mengikuti setiap tahapan pembelajaran secara terstruktur sesuai tujuan pembelajaran sesuai dengan (Gambar 2)

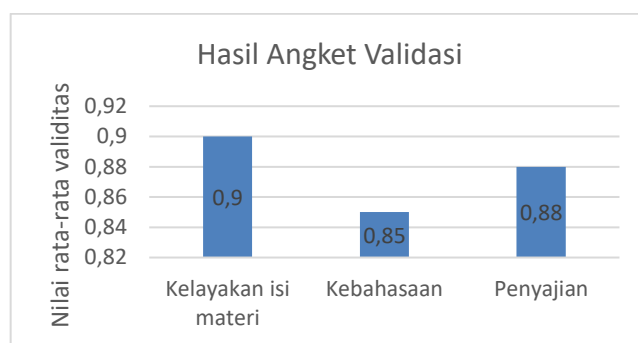


Gambar 2. Petunjuk Kerja E-LKM

Pengembangan E-LKM menekankan penerapan sintaks PBL yang meliputi orientasi masalah, pengorganisasian murid, penyelidikan, pengembangan dan penyajian hasil, serta analisis dan evaluasi proses pemecahan masalah. Setiap tahapan pembelajaran dirancang untuk melatih indikator berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan penjelasan. Prototipe I selanjutnya melalui evaluasi formatif berupa *self evaluation* yang berfokus pada kesesuaian kurikulum dan kelengkapan komponen E-LKM. Evaluasi ini dilakukan

menggunakan daftar ceklis untuk mengidentifikasi kekurangan pada rancangan awal, meliputi aspek penulisan, kebahasaan, tanda baca, tata letak, kerapian, dan kelengkapan komponen, sehingga diperoleh prototipe II setelah dilakukan revisi.

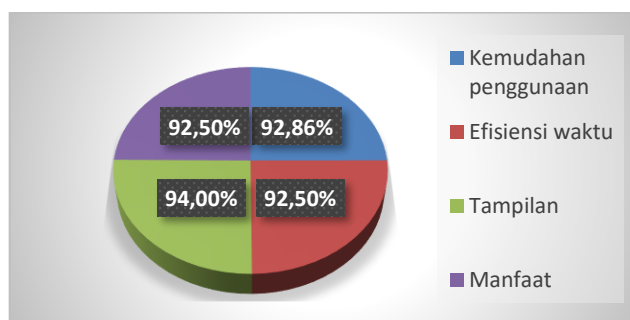
Penilaian ahli (*expert review*) bertujuan memastikan bahwa E-LKM yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan, baik dari segi isi, kebahasaan, maupun yang melibatkan lima dosen kimia Universitas Negeri Padang sebagai validator. Analisis validitas dilakukan menggunakan indeks Aiken's V, yang digunakan untuk menilai kesesuaian dan relevansi perangkat pembelajaran. Tampilan hasil pengolahan data uji validitas E-LKM berbasis PBL ditunjukkan pada Gambar 3.



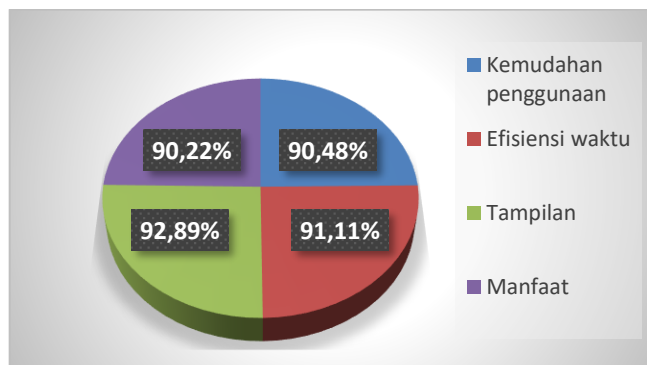
Gambar 3. Nilai rata-rata validitas E-LKM Termokimia Berbasis PBL

Hasil validasi pada gambar 3 menunjukkan nilai Aiken's V sebesar 0,90 pada aspek kelayakan isi, 0,85 pada aspek kebahasaan, dan 0,88 pada aspek penyajian, dengan nilai rata-rata 0,88 yang termasuk kategori valid. Meskipun demikian, validator memberikan beberapa saran perbaikan yang dijadikan dasar revisi sebelum uji kepraktisan. Revisi E-LKM meliputi desain cover, orientasi masalah, sintaks PBL, isi dan tata soal, daftar pustaka, dan prosedur praktikum. Perbaikan diarahkan agar tampilan lebih representatif terhadap konsep termokimia, aktivitas pembelajaran lebih terstruktur, soal lebih konsisten dengan tujuan pembelajaran, serta prosedur praktikum lebih sistematis dan mudah dipahami oleh murid.

Evaluasi perorangan (*One-to-One Evaluation*) melibatkan tiga murid dengan kemampuan kognitif berbeda. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa E-LKM mudah digunakan, tampilan menarik, dan petunjuk pembelajaran jelas. Murid menyatakan bahwa penggunaan gambar, video, dan soal interaktif membantu memahami materi termokimia. Uji kepraktisan berupa *small group evaluation* dilakukan pada sembilan murid dan dua guru kimia di SMA Pertiwi 1 Padang. Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase kepraktisan berdasarkan respon guru mencapai 92,96%, sedangkan respon murid sebesar 91,17%, keduanya dengan kategori sangat praktis. Hasil *small group evaluation* terhadap guru (pada Gambar 4) dan murid (pada Gambar 5).



Gambar 4. Hasil Angket Respon Guru



Gambar 5. Hasil Angket Respon Murid

Berdasarkan Gambar 4 dan 5, hasil uji coba kelompok kecil menunjukkan bahwa E-LKM termokimia memperoleh nilai kepraktisan 92,96% dari guru dan 91,17% dari murid dengan kategori sangat praktis. Prototipe III yang telah memenuhi kriteria kepraktisan selanjutnya disempurnakan sehingga dihasilkan prototipe IV sebagai produk akhir yang dinyatakan valid dan praktis.

Pembahasan

Pengembangan perangkat pembelajaran digital saat ini menjadi suatu keharusan mutlak untuk merespons dinamika pendidikan modern yang senantiasa menuntut interaktivitas dan kemandirian peserta didik. Penelitian ini berfokus pada penciptaan lembar kerja elektronik atau *e-lkm* pada materi termokimia dengan mengintegrasikan model *problem based learning* melalui pemanfaatan platform wizer.me. Proses perancangan produk ini mengadopsi model pengembangan Plomp yang dikenal sangat sistematis dan terstruktur dalam menghasilkan berbagai solusi edukatif yang inovatif. Penerapan model Plomp secara konsisten terbukti mampu melahirkan perangkat instruksional yang tidak hanya valid secara teoretis, tetapi juga praktis saat diimplementasikan di lapangan sesungguhnya (Feriani & Zainul, 2024). Analisis mendalam terhadap tahapan pengembangan ini mengonfirmasi bahwa pendekatan sistematis sangat krusial dalam meminimalisasi kesalahan desain awal. Melalui kerangka kerja yang terukur, produk yang dikembangkan mampu menyelaraskan kebutuhan pedagogis dengan kecanggihan teknologi digital masa kini. Integrasi platform wizer.me memberikan nilai tambah berupa fitur interaktif yang memfasilitasi keterlibatan aktif. Hasil akhirnya adalah instrumen pembelajaran yang komprehensif dirancang untuk merangsang kemampuan berpikir kritis peserta didik tingkat menengah atas secara sangat optimal, valid, praktis dan terukur secara komprehensif (Fitriyah & Ghofur, 2021; Munawaroh & Sholikhah, 2022; Utaminingsih et al., 2024; Wangsa et al., 2021).

Tahap analisis pendahuluan mengungkap kesenjangan tajam antara kondisi ideal kurikulum nasional dan realitas empiris di sekolah menengah. Kurikulum menuntut adanya pembelajaran berorientasi pada pemecahan masalah kontekstual, namun bahan ajar termokimia yang tersedia masih bersifat statis, berpusat pada teks tekstual, dan miskin interaktivitas. Kondisi ini memicu rendahnya motivasi dan kesulitan kognitif peserta didik dalam memahami konsep abstrak termokimia. Ketiadaan bahan ajar digital interaktif memperburuk situasi, sehingga transisi menuju kompetensi abad kedua puluh satu berjalan sangat lambat. Implementasi model *problem based learning* dipandang sebagai solusi pedagogis yang sangat tepat untuk mengatasi kebuntuan ini. Pendekatan ini secara signifikan memfasilitasi peserta didik untuk memecahkan masalah nyata melalui investigasi kolaboratif. Keefektifan pendekatan ini sangat didukung oleh literatur akademik yang menyatakan bahwa implementasi



problem based learning berdampak sangat positif terhadap peningkatan pemahaman konsep esensial, keterampilan kolaborasi interaktif, dan hasil belajar kimia secara keseluruhan (Tyas dkk., 2022; (Andriyani et al., 2025; Gani, 2025; Maulana et al., 2021; Side & Munawwarah, 2025; Suswati, 2021). Identifikasi masalah yang komprehensif ini menjadi landasan rasional yang sangat kuat bagi urgensi pengembangan modul elektronik interaktif berbantuan teknologi web terkini secara masif, terstruktur, aplikatif, dan sangat berkelanjutan ke depannya.

Fase desain perangkat instruksional berfokus pada pengembangan purwarupa yang merangsang kemampuan berpikir tingkat tinggi melalui indikator interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan penjelasan yang terstruktur secara sistematis. Pembatasan indikator pada setiap pertemuan sengaja dilakukan untuk mengoptimalkan fokus kognitif peserta didik dan mencegah terjadinya beban kognitif yang berlebihan selama proses elaborasi materi (Paramitha dkk., 2024; (Mukti et al., 2025; Wulandari et al., 2024). Arsitektur visual dikembangkan secara artistik menggunakan perangkat lunak Canva, lalu diintegrasikan secara mulus ke dalam platform *wizer.me* bersama penyusunan evaluasi yang sangat interaktif. Tinjauan formatif awal melalui mekanisme evaluasi diri menyingkap beberapa kekurangan pada desain sampul visual, tata letak sintaksis instruksional, serta komposisi halaman indikator kognitif (Plomp, 2013). Tindakan revisi komprehensif segera dieksekusi guna menyempurnakan proporsi elemen grafis dan meningkatkan tingkat keterbacaan tipografi agar sepenuhnya mematuhi prinsip desain antarmuka pengguna yang ergonomis. Perbaikan iteratif ini berhasil mentransformasi purwarupa awal menjadi sebuah rancangan final yang jauh lebih estetik, informatif, komunikatif, dan sepenuhnya siap untuk menjalani tahapan validasi kepakaran serta uji coba lapangan yang lebih ketat, objektif, terukur secara empiris, dan juga sangat terstandar secara metodologis pada masa sekarang (J & Andromeda, 2025; Lestari et al., 2025; Martallata et al., 2026).

Hasil penilaian validitas secara empiris membuktikan bahwa instrumen lembar kerja elektronik berbasis termokimia ini sangat layak digunakan. Penilaian ekstensif dari lima pakar kimia terkemuka di Universitas Negeri Padang menghasilkan koefisien validitas Aiken's V rata-rata mencapai skor 0,88 yang terkategori sangat valid. Secara terperinci, kelayakan isi meraih angka 0,90, sebuah capaian impresif yang menunjukkan keselarasan absolut antara materi ajar, tujuan instruksional kurikulum nasional, dan karakteristik esensial dari model *problem based learning* yang diusung. Selanjutnya, kelayakan kebahasaan menyentuh skor 0,85, yang mengonfirmasi bahwa diksi dan struktur kalimat yang diaplikasikan sangat komunikatif serta terhindar dari ambiguitas penafsiran materi akademik (Rosyada dkk., 2025). Aspek penyajian juga mencatatkan skor memuaskan sebesar 0,88, membuktikan bahwa alur navigasi perangkat lunak sangat intuitif, sistematis, logis, dan memfasilitasi interaksi pengguna dengan sangat optimal. Akumulasi data kuantitatif dari tahapan validasi kepakaran ini menyimpulkan dengan sangat meyakinkan bahwa produk yang dikembangkan benar-benar akurat secara substansi keilmuan dan siap untuk segera diujicobakan pada ekosistem kelas pembelajaran nyata secara menyeluruh dan terstruktur guna mengukur efektivitasnya dalam memacu daya nalar tingkat tinggi secara signifikan (Aini & Sulistyani, 2020; Kusumasari et al., 2025; Lestari et al., 2025; Yolanda & Panjaitan, 2021).

Uji kepraktisan diawali dengan evaluasi perorangan yang melibatkan tiga peserta didik dengan representasi kemampuan kognitif tinggi, sedang, dan rendah guna memperoleh umpan balik yang komprehensif. Hasil pengujian skala kecil ini menyoroti bahwa antarmuka media digital sangat menarik, tata bahasa instruksi mudah dipahami, dan tidak ditemukan malfungsi teknis selama proses pengoperasian berlangsung. Selanjutnya, evaluasi kelompok kecil yang



melibatkan dua pendidik kimia dan sembilan peserta didik kelas XII di SMA Pertiwi 1 Padang mengonfirmasi tingkat kepraktisan yang luar biasa tinggi. Persentase kepuasan pendidik mencapai angka 92,96%, sementara persentase peserta didik menembus 91,17%, yang mana keduanya tergolong dalam kategori sangat praktis. Pendidik mengakui bahwa perangkat ini sangat menyederhanakan manajemen waktu, mempermudah pemantauan kemajuan kognitif, serta mendukung implementasi kurikulum secara optimal. Di sisi lain, peserta didik merasa sangat terbantu oleh ragam fitur interaktif yang menstimulasi rasa keingintahuan. Keterlibatan aktif ini memperkuat asumsi bahwa instrumen digital tersebut mampu mendorong kerja sama tim sekaligus memfasilitasi terciptanya ekosistem lingkungan belajar mandiri yang sangat bermutu tinggi bagi seluruh peserta didik secara terukur, berkelanjutan, dan juga amat sangat konsisten.

Analisis mendalam terhadap keseluruhan hasil riset ini mengindikasikan bahwa inovasi pembelajaran berbasis digital mampu memberikan solusi konkret atas kebuntuan pedagogis dalam memfasilitasi materi kimia yang bersifat kompleks. Integrasi model *problem based learning* dengan platform web terbukti secara signifikan mengasah daya nalar analitis, keterampilan mengevaluasi argumen, serta kemahiran memecahkan dilema akademis secara mandiri. Meskipun instrumen digital ini menawarkan keunggulan interaktivitas yang revolusioner, terdapat beberapa keterbatasan empiris yang perlu dicermati secara saksama. Efektivitas penggunaan perangkat elektronik ini sangat bergantung pada stabilitas koneksi internet dan ketersediaan infrastruktur gawai yang memadai di lingkungan sekolah. Selain itu, cakupan pengujian kepraktisan yang hanya terbatas pada satu institusi pendidikan menengah menyiratkan bahwa generalisasi temuan ini pada populasi yang lebih luas memerlukan tingkat kehati-hatian ekstra tinggi. Oleh sebab itu, penelitian lanjutan dengan skala sampel yang jauh lebih masif dan representatif dari berbagai demografi sangat direkomendasikan untuk segera dilaksanakan nantinya. Langkah strategis ini bertujuan guna memvalidasi secara meyakinkan dampak positif inovasi ini terhadap transformasi daya nalar kritis peserta didik pada wilayah geografis yang infrastrukturnya amat sangat bervariasi secara drastis.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan E-LKM termokimia berbasis *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan website wizer.me serta mengetahui tingkat validitas dan praktikalitas produk yang dikembangkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKM yang dihasilkan melalui tahapan evaluasi formatif hingga prototipe IV telah memenuhi kriteria valid berdasarkan penilaian ahli dengan nilai rata-rata kevalidan yaitu 0,88 dan praktis berdasarkan uji kepraktisan dengan nilai persentase kepraktisan oleh guru sebesar 92,96% dan oleh murid sebesar 91,17%. Dengan demikian, E-LKM termokimia berbasis PBL berbantuan wizer.me layak digunakan sebagai bahan ajar digital dalam pembelajaran kimia SMA/MA untuk mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis murid.

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, D. F. N., & Sulistyani, N. (2020). Pengembangan instrumen penilaian e-quiz (electronic quiz) matematika berbasis HOTS (higher of order thinking skills) untuk kelas V sekolah dasar. *Widyagogik: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 7(2), 115–124. <https://doi.org/10.21107/widyagogik.v7i2.5980>
- Andriyani, M., Kriswantoro, K., Asrial, A., & Muhammad, D. (2025). Analisis kebutuhan pengembangan multimedia interaktif berbasis STEM-PjBL pada materi ikatan



- kimia. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 13(1), 338–344. <https://doi.org/10.21831/jpms.v13ispecial.issue.90418>
- Arifin, M. Z., & Setiawan, A. (2020). Strategi belajar dan mengajar guru pada abad 21. *Indonesian Journal of Instructional Technology*, 1(2), 37–46. <https://journal.kurasinstitute.com/index.php/ijit/article/view/18>
- Arisma, D. P., Turmuzi, M., Lu'luilmaknun, U., & Subarinah, S. (2025). Efektivitas model PBL berbantuan e-LKPD terhadap hasil belajar matematika peserta didik SMP Negeri 2 Labuapi. *Griya Journal of Mathematics Education and Application*, 5(2), 302–312. <https://doi.org/10.29303/griya.v5i2.631>
- Fitriyah, I. M. N., & Ghofur, M. A. (2021). Pengembangan e-LKPD berbasis android dengan model pembelajaran problem based learning (PBL) untuk meningkatkan berpikir kritis peserta didik. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(5), 1957–1970. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i5.718>
- Gani, A. (2025). Pengembangan perangkat pembelajaran kimia menggunakan collaborative learning untuk melatih keterampilan berpikir kreatif siswa pada materi reaksi redoks. *FONDATIA: Jurnal Pendidikan Dasar*, 9(3), 656–667. <https://doi.org/10.36088/fondatia.v9i3.5890>
- Jannah, N. M., & Andromeda, A. (2025). Validitas dan praktikalitas media video pembelajaran laju reaksi pada platform YouTube untuk meningkatkan kemampuan literasi kimia siswa. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(4), 1793–1801. <https://doi.org/10.51878/science.v5i4.7550>
- Khairiyah, W., Hairida, H., & Ulfah, M. (2020). Deskripsi kemampuan peserta didik menyelesaikan soal HOTS materi hukum dasar kimia SMA Negeri Mempawah. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 9(7), 1–9. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jpdpb/article/view/41646>
- Kusumasari, S., Patonah, S., & Sumarno, S. (2025). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEAM berorientasi ESD untuk meningkatkan kreativitas dan kemandirian siswa. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 5(2), 609–618. <https://doi.org/10.51878/learning.v5i2.4860>
- Lestari, T. A., Mukhlis, M., Jamaluddin, J., Handayani, B. S., Setiawan, H. D., & Madani, S. (2025). Pengembangan dan efektivitas media pembelajaran VR (virtual reality) berbasis gaya belajar visual untuk siswa di Kota Mataram. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(4), 1934–1943. <https://doi.org/10.51878/science.v5i4.7538>
- Martallata, R., Nurbudiyani, I., & Noor, A. F. (2026). Digitalisasi pengembangan huma gantung dan pemanfaatan equalizer dalam asesmen awal kesiapan belajar siswa SMKN-2 Kasongan. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 6(1), 248–258. <https://doi.org/10.51878/learning.v6i1.8719>
- Maulana, M. P., Solikhin, F., & Dewi, K. (2021). Penerapan model problem based learning (PBL) dalam meningkatkan aktivitas dan hasil belajar peserta didik pada materi kesetimbangan kimia SMAN 3 Kota Bengkulu. *Jurnal Zarah*, 9(2), 75–81. <https://doi.org/10.31629/zarah.v9i2.3110>
- Mukti, L. I., Ardianti, S. D., & Ratnasari, Y. (2025). Peningkatan hasil belajar IPAS dengan penerapan model TGT berbantuan media Roka kelas IV SD. *SOCIAL: Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(3), 994–1004. <https://doi.org/10.51878/social.v5i3.6314>
- Munawaroh, N., & Sholikhah, N. (2022). Pengembangan LKPD berbasis problem based



- learning melalui video interaktif berbantuan Google Site untuk menstimulasi kemampuan berpikir kritis. *Jurnal Ecogen*, 5(2), 167–180. <https://doi.org/10.24036/jmpe.v5i2.12860>
- Purnomo, P., Hastuti, B., & Susanti, E. (2022). Hubungan kemampuan matematika dan berpikir kritis terhadap prestasi belajar pada materi termokimia kelas XI SMAN 1 Teras Boyolali. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(1), 38–44. <https://doi.org/10.20961/jpkim.v11i1.49780>
- Putri, N. I., Fadillah, M. R., Putri, A. L., Nurhasanah, A., & Hidayat, A. R. (2024). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa pada mata pelajaran Sejarah Demokrasi Liberal kelas XII IPA 3 di SMAN 7 Kota Serang. *Jejak: Jurnal Pendidikan Sejarah & Sejarah*, 4(1), 60–73. <https://doi.org/10.22437/jejak.v4i1.29345>
- Risna, R., Hatimah, H., Khasanah, U., Alini, A., Abira, A., & Madjid, T. (2025). Meningkatkan motivasi belajar siswa dalam pembelajaran matematika melalui strategi PBL. *JIPDAS (Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar)*, 5(1), 549–554. <https://doi.org/10.37081/jipdas.v5i1.2803>
- Rosyidah, K., Lutfi, A., Sanjaya, I. G. M., & Astutik, J. (2024). Identification of students' misconceptions and understanding on thermochemistry material with four-tier multiple-choice tests. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(1), 155–171. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v12i1.34899>
- Side, S., & Munawwarah, M. (2025). Pembelajaran berbasis studi kasus dalam pendidikan kimia: Pemahaman dan analisis, evaluasi motivasi, keterlibatan mahasiswa. *SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA*, 5(1), 321–329. <https://doi.org/10.51878/science.v5i1.4616>
- Sulastri, I., Mahardika, N., Sugiarti, P., & Sudrajat, Y. (2023). Analisis hasil belajar dalam penggunaan LKPD interaktif dengan Wizer.me materi interaksi sosial. *Jurnal Ilmiah Pendidikan dan Pembelajaran*, 2(2), 57–62. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8188065>
- Suleman, N., Lukum, A., Rauf, N., Paputungan, M., Alio, L., & Sukamto, K. (2023). Identifikasi pemahaman konsep siswa pada materi termokimia menggunakan tes diagnostik three-tier multiple choice. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(2), 122–129. <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i2.13255>
- Suswati, U. (2021). Penerapan problem based learning (PBL) meningkatkan hasil belajar kimia. *TEACHING: Jurnal Inovasi Keguruan dan Ilmu Pendidikan*, 1(3), 127–132. <https://doi.org/10.51878/teaching.v1i3.444>
- Ulum, M., & Kholik, N. (2021). *Berpikir kritis dalam konteks pembelajaran di sekolah/madrasah*. Duta Media Publishing.
- Umroh, H., Rijal, S., & Yunus, F. M. (2025). Reforming pendidikan: Mengkaji rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa melalui pendekatan kritis Ivan Illich. *ASPIRASI: Publikasi Hasil Pengabdian dan Kegiatan Masyarakat*, 3(1), 18–32. <https://doi.org/10.61132/aspirasi.v3i1.1306>
- Utaminingsih, S., Amalia, I. R., & Sumaji, S. (2024). Management of mathematics learning based on interactive digital worksheets to improve students' critical thinking ability. *Journal of Curriculum and Teaching*, 13(1), 159–169. <https://doi.org/10.5430/jct.v13n1p159>
- Wahyuni, R. P., & Wahyuni, T. S. (2025). Pengembangan e-LKPD berbasis problem based learning berbantuan website Wizer.me pada materi laju reaksi. *UNESA Journal of*



- Chemical Education*, 14(1), 45–55. <https://doi.org/10.26740/ujced.v14n1.p45-55>
- Wangsa, G. N. A. S., Dantes, N., & Suastra, I. W. (2021). Pengembangan instrumen kemampuan berpikir kritis dan hasil belajar IPA kelas V SD Gugus IV Kecamatan Gerokgak. *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia*, 5(1), 139–149. https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v5i1.267
- Windayanti, W., Afnanda, M., Agustina, R., Kase, E. B. S., Safar, M., & Mokodenseho, S. (2023). Problematika guru dalam menerapkan Kurikulum Merdeka. *Journal on Education*, 6(1), 2056–2063. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.3197>
- Wulandari, T., Primanisa, R., Akhmansyah, M., Sunarto, S., Arafah, A. L. A., & Shabira, Q. (2024). Tren pembelajaran berdiferensiasi di sekolah menengah atas: Tinjauan literatur analisis bibliometrik dari 2019 hingga 2023. *LEARNING: Jurnal Inovasi Penelitian Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(4), 1112–1123. <https://doi.org/10.51878/learning.v4i4.3623>
- Yaningsi, N. W., Effendi, M. H., & Agustiningsih, N. (2022). Encouraging student's science critical thinking skills through a PBL model. *Insania: Jurnal Pemikiran Alternatif Kependidikan*, 27(2), 120–130. <https://doi.org/10.24090/insania.v27i2.6731>
- Yolanda, R., & Panjaitan, D. J. (2021). Pengembangan soal untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi peluang tingkat SMP. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(3), 3053–3064. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.669>