

Pengembangan Media Google Sites Berbasis *Problem Based Learning* pada Materi Asam Basa untuk Mendukung Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMA

*Repelita Manihuruk, Jamalum Purba

¹Prodi Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Jalam Willem Iskandar Pasar V
Medan Estate, Indonesia

*Correspondence e-mail.: litamnr@gmail.com

Diterima: Mei 2026; Revisi: Mei 2026; Diterbitkan: Juni 2026

Abstrak

Kemampuan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) merupakan salah satu kompetensi esensial dalam pembelajaran abad ke-21. Namun, pembelajaran kimia, khususnya pada materi asam-basa, masih didominasi oleh pendekatan berpusat pada guru dan penggunaan media yang belum optimal dalam mendorong kemampuan analisis, evaluasi, serta pemecahan masalah peserta didik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan media pembelajaran Google Sites berbasis *Problem Based Learning* (PBL) serta menguji validitas, kepraktisan, dan efektivitasnya dalam meningkatkan HOTS peserta didik. Penelitian menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan Four-D (4D) yang meliputi tahap *define, design, develop, dan disseminate*. Uji coba dilakukan pada 30 peserta didik kelas XI-B SMA Negeri 17 Medan menggunakan desain one-group pretest-posttest. Data dikumpulkan melalui lembar validasi ahli, angket respons peserta didik, dan tes HOTS, kemudian dianalisis menggunakan persentase kelayakan, ketuntasan klasikal, serta Normalized Gain (N-Gain). Hasil penelitian menunjukkan bahwa media memperoleh kategori sangat layak dengan nilai validitas 81,57%, sedangkan respons peserta didik mencapai 82,20% dengan kategori sangat baik. Nilai rata-rata peserta didik meningkat dari 44,50 pada *pretest* menjadi 88,16 pada *posttest*, dengan N-Gain sebesar 0,80 (kategori tinggi). Kebaruan penelitian ini terletak pada pengembangan Google Sites sebagai *digital learning hub* yang mengintegrasikan seluruh sintaks *Problem Based Learning* untuk memfasilitasi pengembangan HOTS pada materi asam-basa. Temuan ini menunjukkan bahwa media yang dikembangkan efektif sebagai inovasi pembelajaran kimia berbasis teknologi yang mendukung tuntutan pendidikan abad ke-21.

Kata kunci: Google Sites; PBL; kemampuan berpikir tingkat tinggi; pembelajaran asam-basa; pembelajaran kimia.

Development of a Problem-Based Learning-Based Google Sites for Acid-Base Learning to Promote Higher-Order Thinking Skills among Senior High School Students

Abstract

Higher-Order Thinking Skills (HOTS) are essential competencies for 21st-century learning; however, chemistry instruction, particularly on acid-base topics, remains predominantly teacher-centered and often fails to promote students' analytical, evaluative, and problem-solving abilities. This study aimed to develop a Problem-Based Learning (PBL)-based Google Sites learning media and evaluate its validity, practicality, and effectiveness in enhancing students' HOTS. A Research and Development (R&D) approach was employed using the Four-D (4D) model, consisting of the define, design, develop, and disseminate stages. The product was implemented with 30 eleventh-grade students at SMA Negeri 17 Medan using a one-group pretest-posttest design. Data were collected through expert validation sheets, student response questionnaires, and a HOTS test, and analyzed using descriptive percentages, classical mastery, and the Normalized Gain (N-Gain) index. The developed media achieved a very valid category with an average expert validation score of 81.57%, while students' responses reached 82.20%, indicating very high practicality. Students' mean scores improved from 44.50 on the pretest to 88.16 on the posttest, with an N-Gain of 0.80 (high category). The novelty of this study lies in positioning Google Sites as a digital learning hub that fully integrates the PBL syntax to foster HOTS in acid-base learning, rather than serving solely as a content delivery platform. These findings demonstrate that the proposed learning media offers an effective digital innovation for chemistry education in the 21st century.

Keywords: Google Sites; PBL; Higher-Order Thinking Skills; Acid-Base Learning; Chemistry Education.

How to Cite: Manihuruk, R., & Purba, J. (2026). Pengembangan Media Google Sites Berbasis Problem Based Learning pada Materi Asam Basa untuk Mendukung Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa SMA. *Reflection Journal*, 6(1), 483-501. <https://doi.org/10.36312/2f194v08>



<https://doi.org/10.36312/2f194v08>

Copyright© 2026, Manihuruk & Purba et al
This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menuntut pengembangan sumber daya manusia yang tidak hanya menguasai konsep, tetapi juga memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi (*Higher-Order Thinking Skills/HOTS*), meliputi analisis, evaluasi, dan kreasi dalam memecahkan masalah autentik (Putriani & Hudaidah, 2021). Dalam konteks Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0, pembelajaran diarahkan pada *student-centered learning* yang menekankan konstruksi pengetahuan melalui investigasi, penalaran ilmiah, kolaborasi, dan refleksi, bukan sekadar hafalan konsep (Putriani & Hudaidah, 2021). Oleh karena itu, keberhasilan pembelajaran tidak lagi hanya diukur dari penguasaan materi, tetapi dari kemampuan peserta didik menerapkan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah kontekstual secara kritis dan kreatif.

Meskipun HOTS telah menjadi agenda utama dalam kebijakan pendidikan, implementasinya di lapangan masih belum optimal. Pembelajaran di banyak sekolah masih bersifat *teacher-centered*, berfokus pada transfer informasi, sehingga peserta didik cenderung pasif dan kurang terlibat dalam proses analisis, evaluasi, dan pemecahan masalah (Darwis et al., 2024; Sulistiyani et al., 2022). Kondisi ini berdampak pada rendahnya kemampuan transfer pengetahuan dan lemahnya keterampilan pemecahan masalah pada situasi baru.

Dalam pembelajaran kimia, tantangan tersebut menjadi lebih kompleks karena karakteristik konsepnya yang abstrak dan multi-representasi. Konsep kimia menuntut integrasi antara representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik. Kegagalan menghubungkan ketiga level representasi ini sering menyebabkan miskonsepsi dan pemahaman parsial (Ortega et al., 2020). Oleh karena itu, pembelajaran kimia membutuhkan strategi yang mampu mengintegrasikan representasi tersebut secara kontekstual dan sistematis.

Salah satu materi kimia yang paling sulit dipahami adalah asam-basa. Konsep ini mencakup teori Arrhenius, Brønsted-Lowry, dan Lewis, serta melibatkan pemahaman ionisasi, kesetimbangan, pH, dan aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari. Ortega et al. (2020) menegaskan bahwa kesulitan utama terletak pada kemampuan menghubungkan fenomena makroskopik dengan proses mikroskopik melalui representasi simbolik (Ortega et al., 2020). Pembelajaran yang hanya menekankan rumus dan perhitungan semakin memperkuat miskonsepsi dan menghambat pengembangan HOTS.

Selain kompleksitas materi, keterbatasan media pembelajaran juga menjadi faktor penghambat. Media konvensional seperti buku teks dan presentasi statis belum mampu memfasilitasi interaksi aktif dan eksplorasi konsep secara mendalam. Padahal, media digital memiliki potensi besar untuk menyajikan pembelajaran multimodal (teks, video, simulasi, dan asesmen interaktif) dalam satu ekosistem pembelajaran (Carreño-Escobedo et al., 2022; Salazar et al., 2024). Namun demikian, efektivitas media digital sangat bergantung pada desain pedagogisnya, bukan sekadar pada teknologi yang digunakan.

Dalam konteks tersebut, Google Sites menawarkan potensi sebagai *learning hub* yang mengintegrasikan berbagai sumber belajar dalam satu platform. Google Sites memungkinkan penyajian materi, video, simulasi, LKPD, dan asesmen secara terpadu sehingga mendukung pembelajaran fleksibel dan kolaboratif. Namun, pemanfaatannya dalam penelitian pendidikan masih cenderung terbatas sebagai media penyajian materi (*content delivery*), bukan sebagai ruang belajar berbasis HOTS yang terstruktur (Sari et al., 2022; Salazar et al., 2024).

Di sisi lain, *Problem Based Learning (PBL)* merupakan model pembelajaran yang secara konsisten terbukti efektif dalam mengembangkan HOTS karena menempatkan masalah autentik sebagai titik awal pembelajaran. PBL mendorong peserta didik untuk

mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, mengevaluasi solusi, dan menarik kesimpulan berbasis bukti ilmiah (Zamora & Maroto, 2017; Párraga et al., 2024). Model ini selaras dengan pengembangan keterampilan abad ke-21 (4C: *critical thinking, communication, collaboration, creativity*) (Mawas & Muntean, 2018).

Namun demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa implementasi PBL masih menghadapi sejumlah keterbatasan. Pertama, desain penelitian PBL sering belum kuat secara metodologis, misalnya tanpa kelompok kontrol yang jelas, ukuran sampel kecil, dan kurangnya desain longitudinal (Darwis et al., 2024). Kedua, terdapat inkonsistensi dalam definisi dan pengukuran HOTS sehingga hasil antar penelitian sulit dibandingkan (Darwis et al., 2024). Ketiga, sebagian besar penelitian PBL belum mengintegrasikan platform digital secara sistematis untuk mendukung seluruh sintaks pembelajaran.

Dalam konteks media digital, penelitian yang ada lebih banyak berfokus pada Google Classroom atau alat Google lainnya yang menunjukkan dampak positif terhadap kolaborasi dan hasil belajar (Omeh et al., 2022; Wangmo & Yuden, 2024; Karim & Kew, 2024). Namun, studi yang secara spesifik mengkaji Google Sites sebagai infrastruktur utama pembelajaran berbasis PBL pada materi kimia, khususnya asam-basa, masih sangat terbatas. Dengan demikian, belum terdapat bukti empiris yang memadai mengenai peran Google Sites dalam meningkatkan HOTS melalui pembelajaran berbasis masalah.

Pada materi asam-basa sendiri, beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa media visualisasi digital dapat meningkatkan pemahaman konsep kesetimbangan asam-basa (Ortega et al., 2020). Namun, penelitian tersebut belum mengintegrasikan pendekatan PBL secara menyeluruh, sehingga belum mampu mengeksplorasi HOTS secara optimal dalam proses investigasi ilmiah, argumentasi, dan refleksi.

Berdasarkan analisis tersebut, terdapat tiga *research gap* utama. Pertama, keterbatasan integrasi antara Google Sites dan model PBL dalam mengembangkan HOTS. Kedua, kurangnya penelitian yang secara spesifik mengkaji pembelajaran asam-basa berbasis PBL yang didukung infrastruktur digital terintegrasi. Ketiga, keterbatasan instrumen dan desain evaluasi HOTS yang konsisten dalam konteks pembelajaran kimia (Darwis et al., 2024; Sulistiyan et al., 2022).

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan berupa pengembangan media pembelajaran Google Sites berbasis Problem Based Learning pada materi asam-basa sebagai *digital learning hub* yang mengintegrasikan masalah autentik, sumber belajar multimodal, aktivitas investigasi, kolaborasi, dan asesmen HOTS dalam satu ekosistem pembelajaran. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada penyampaian materi, tetapi juga pada konstruksi pengetahuan melalui proses ilmiah yang sistematis.

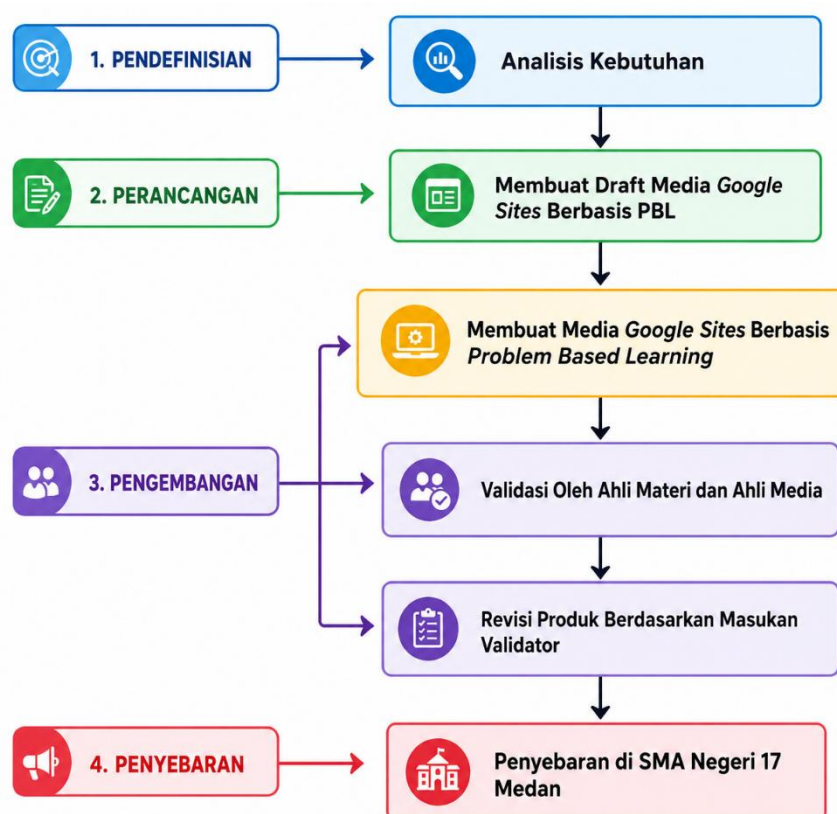
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan, menguji validitas, kepraktisan, dan efektivitas media *Google Sites* berbasis PBL pada materi asam-basa serta menganalisis pengaruhnya terhadap HOTS peserta didik. Secara teoretis, penelitian ini mengintegrasikan PBL, TPACK, dan literasi digital sebagai kerangka pengembangan pembelajaran (Abdullah & Mahmud, 2024; Raihanah et al., 2024). Secara praktis, penelitian ini diharapkan menghasilkan model pembelajaran yang dapat direplikasi untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia berbasis HOTS di era digital.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development* (R&D) yang bertujuan mengembangkan media pembelajaran digital berbasis Google Sites yang terintegrasi dengan model *Problem Based Learning* (PBL) pada materi asam-basa. Pendekatan R&D dipilih karena tidak hanya berorientasi pada pengembangan produk, tetapi juga mengevaluasi validitas, kepraktisan, dan efektivitas produk sebelum diimplementasikan secara lebih luas. Model pengembangan yang digunakan adalah Four-

D (4D) yang terdiri atas empat tahapan, yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate* (Zamsiswaya et al., 2024).

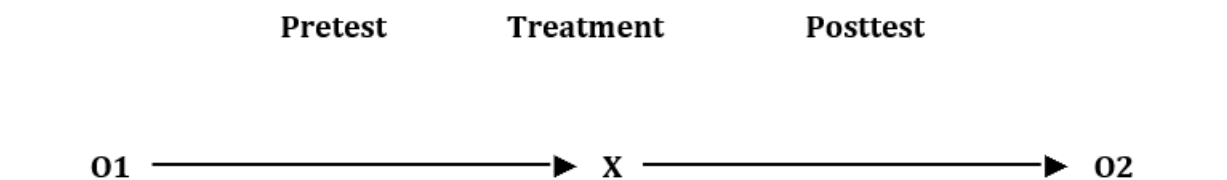
Tahap Define meliputi analisis kebutuhan, analisis karakteristik peserta didik, analisis kurikulum, analisis konsep, dan analisis tugas sebagai dasar penyusunan media pembelajaran. Tahap Design difokuskan pada penyusunan struktur Google Sites, penyusunan materi asam-basa, integrasi sintaks Problem Based Learning, serta pengembangan instrumen penelitian. Tahap Develop meliputi proses pengembangan media, validasi oleh ahli materi dan ahli media, revisi produk, serta uji coba terbatas. Tahap terakhir, yaitu Disseminate, dilakukan melalui implementasi media pada pembelajaran di kelas untuk mengevaluasi kepraktisan dan efektivitas produk dalam konteks pembelajaran nyata.



Gambar 1 Prosedur Penelitian

Penelitian dilaksanakan di SMA Negeri 17 Medan dengan populasi seluruh peserta didik kelas XI. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik purposive sampling, sehingga diperoleh satu kelas, yaitu kelas XI-B yang terdiri atas 30 peserta didik. Pemilihan kelas didasarkan pada hasil observasi awal yang menunjukkan bahwa peserta didik memiliki karakteristik belajar visual dan telah terbiasa memanfaatkan perangkat digital dalam pembelajaran sehingga sesuai dengan tujuan implementasi media yang dikembangkan.

Mengevaluasi efektivitas media, penelitian ini menggunakan desain pra-eksperimen *One-Group Pretest-Posttest Design*. Seluruh peserta didik memperoleh perlakuan menggunakan media Google Sites berbasis *Problem Based Learning* tanpa melibatkan kelas kontrol. Desain ini dipilih karena tujuan utama penelitian adalah mengevaluasi peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi setelah implementasi produk hasil pengembangan, bukan membandingkan efektivitas antar kelompok.



O1 : Pretest Higher-Order Thinking Skills (HOTS)

X : Learning using Google Sites integrated with Problem Based Learning

O2 : Posttest Higher-Order Thinking Skills (HOTS)

Gambar 2 menunjukkan bahwa seluruh peserta didik terlebih dahulu mengikuti pretest (O1) untuk mengidentifikasi kemampuan awal HOTS. Selanjutnya, peserta didik mengikuti pembelajaran menggunakan media Google Sites berbasis Problem Based Learning (X). Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, peserta didik diberikan posttest (O2) untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi setelah memperoleh perlakuan.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan empat instrumen penelitian. Instrumen pertama berupa pedoman wawancara untuk memperoleh informasi mengenai kebutuhan pembelajaran pada tahap analisis. Instrumen kedua berupa lembar validasi ahli yang disusun berdasarkan standar Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) meliputi aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Instrumen ketiga berupa angket respons peserta didik menggunakan skala Likert empat tingkat untuk mengevaluasi kepraktisan media. Instrumen keempat berupa tes HOTS sebanyak 20 butir soal yang telah divalidasi oleh ahli sebelum digunakan. Tes tersebut dikembangkan untuk mengukur kemampuan analisis (C4), evaluasi (C5), dan kreasi (C6) sesuai revisi Taksonomi Bloom. Prosedur pengumpulan data diawali dengan pemberian pretest, dilanjutkan implementasi pembelajaran menggunakan media Google Sites berbasis Problem Based Learning, kemudian diakhiri dengan posttest serta pengisian angket respons peserta didik.

Analisis data dilakukan secara bertahap sesuai tujuan penelitian. Data validasi ahli dan respons peserta didik dianalisis menggunakan statistik deskriptif berbentuk persentase berdasarkan skala Likert, kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan dan kepraktisan. Efektivitas media dianalisis berdasarkan persentase ketuntasan belajar klasikal dengan acuan Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM). Selanjutnya, peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dianalisis menggunakan indeks *Normalized Gain* (N-Gain) yang dikembangkan oleh Hake (1999), kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori rendah, sedang, dan tinggi.

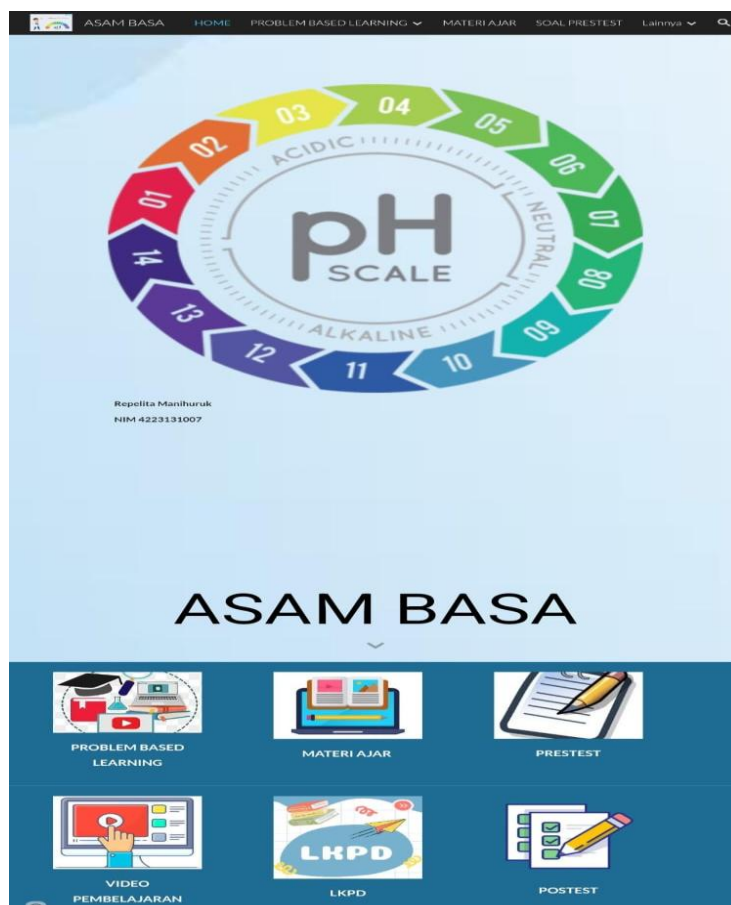
HASIL DAN DISKUSI

Validitas dan Kelayakan Media Google Sites Berbasis Problem Based Learning

Media pembelajaran yang dikembangkan berupa Google Sites berbasis *Problem Based Learning* (PBL) dirancang sebagai lingkungan belajar digital yang mengintegrasikan berbagai komponen pembelajaran dalam satu platform berbasis web. Media ini tidak hanya memuat materi pembelajaran asam-basa, tetapi juga mengintegrasikan sintaks *Problem Based Learning*, video pembelajaran, lembar aktivitas peserta didik, serta instrumen evaluasi berupa pretest dan posttest. Integrasi tersebut bertujuan menciptakan pengalaman belajar yang sistematis sehingga peserta didik memperoleh kesempatan untuk membangun pemahaman konseptual melalui penyelesaian masalah yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

Pada halaman utama media, peserta didik diarahkan untuk mengenali permasalahan kontekstual sebagai tahap awal pembelajaran sesuai sintaks Problem Based Learning. Selanjutnya, peserta didik dapat mengakses materi, video pembelajaran,

serta sumber belajar pendukung yang telah disusun secara berurutan sehingga proses eksplorasi konsep berlangsung secara bertahap. Desain antarmuka dikembangkan dengan memperhatikan prinsip keterbacaan, konsistensi navigasi, serta kemudahan akses sehingga seluruh fitur dapat digunakan melalui komputer maupun perangkat bergerak tanpa memerlukan instalasi aplikasi tambahan. Pendekatan tersebut diharapkan mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran sekaligus mempermudah guru dalam mengelola aktivitas belajar.



Gambar 2. Tampilan media pembelajaran *Google Sites* berbasis *Problem Based Learning*.

Gambar 2 memperlihatkan bahwa media yang dikembangkan mengintegrasikan seluruh komponen pembelajaran dalam satu platform digital. Setiap menu disusun mengikuti tahapan *Problem Based Learning* sehingga peserta didik dapat mengikuti proses pembelajaran secara sistematis mulai dari identifikasi masalah, eksplorasi konsep, diskusi kelompok, penyelesaian masalah, hingga evaluasi pembelajaran. Struktur tersebut menunjukkan bahwa *Google Sites* tidak hanya berfungsi sebagai media penyampaian materi, tetapi juga sebagai *digital learning environment* yang memfasilitasi aktivitas belajar berbasis inkuiri dan pemecahan masalah.

Kelayakan media selanjutnya dievaluasi melalui validasi ahli yang melibatkan tiga dosen pendidikan kimia. Penilaian dilakukan terhadap tujuh komponen utama yang meliputi tampilan media, navigasi, interaktivitas, konsistensi tampilan, kesesuaian isi, kualitas teknis, serta kebermanfaatan media dalam pembelajaran. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil validasi media Google Sites berbasis PBL oleh validator ahli.

No	Penilai	Komponen Penilaian							Persentase Kelayakan	Kriteria
		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7		
1.	Validator 1	18	10	7	9	7	7	7	84,21	Layak
2.	Validator 2	15	10	8	8	6	7	6	78,95	Layak
3.	Validator 3	14	11	6	9	6	8	8	81,57	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi, media memperoleh persentase rata-rata sebesar 81,57% sehingga termasuk kategori sangat layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh komponen yang dinilai telah memenuhi standar kelayakan media pembelajaran. Validator pertama memberikan skor sebesar 84,21%, validator kedua sebesar 78,95%, sedangkan validator ketiga memberikan skor 81,57%. Meskipun terdapat sedikit variasi antarvalidator, seluruh hasil penilaian berada pada kategori layak hingga sangat layak, yang menunjukkan konsistensi kualitas media dari berbagai aspek yang dievaluasi.

Tingginya tingkat kelayakan tersebut mengindikasikan bahwa proses pengembangan menggunakan model Four-D telah menghasilkan media yang memenuhi kebutuhan pembelajaran baik dari aspek pedagogis maupun teknis. Tahap Define memungkinkan pengembangan media didasarkan pada analisis kebutuhan nyata di sekolah, sedangkan tahap Design dan Develop menghasilkan struktur media yang sistematis, mudah digunakan, serta sesuai dengan karakteristik materi asam-basa. Dengan demikian, hasil validasi memberikan bukti awal bahwa media yang dikembangkan layak untuk diimplementasikan pada tahap uji coba lapangan.

Kepraktisan Media Berdasarkan Respons Peserta Didik

Setelah dinyatakan layak oleh validator ahli, media diimplementasikan pada pembelajaran di kelas XI-B SMA Negeri 17 Medan untuk mengevaluasi tingkat kepraktisan penggunaan dari perspektif peserta didik. Kepraktisan diukur menggunakan angket respons yang diberikan kepada seluruh peserta didik setelah proses pembelajaran selesai. Penilaian meliputi lima aspek utama, yaitu tampilan media, kemudahan penggunaan, keterpahaman materi, motivasi dan ketertarikan belajar, serta manfaat media terhadap proses pembelajaran.

Tabel 2. Respons peserta didik terhadap media Google Sites berbasis PBL

No	Aspek Penilaian	Persentase Respon Siswa (%)
1	Tampilan Media	82,13
2	Kemudahan Penggunaan	83,55
3	Keterpahaman Materi	79,73
4	Motivasi dan Ketertarikan	81,6
5	Manfaat Media	84
Rata-rata		82,20

Hasil analisis menunjukkan bahwa media memperoleh persentase rata-rata sebesar 82,20% dengan kategori sangat baik. Temuan tersebut menunjukkan bahwa media yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek kelayakan secara teoritis, tetapi juga mudah digunakan dalam kondisi pembelajaran nyata. Seluruh aspek memperoleh nilai yang relatif konsisten dengan rentang 79,73% hingga 84,00%, yang mengindikasikan bahwa peserta didik memberikan persepsi positif terhadap seluruh komponen media.

Aspek manfaat media memperoleh skor tertinggi sebesar 84,00%, sedangkan aspek kemudahan penggunaan mencapai 83,55%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peserta didik merasa media mampu membantu proses belajar sekaligus mudah dioperasikan

selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Sebaliknya, aspek keterpahaman materi memperoleh skor terendah (79,73%), meskipun masih berada pada kategori baik. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa beberapa konsep asam-basa masih memerlukan penyempurnaan dalam penyajian materi, terutama pada bagian yang menjelaskan hubungan antara representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik.

Efektivitas Media Google Sites Berbasis *Problem Based Learning* terhadap *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS)

Efektivitas media pembelajaran Google Sites berbasis Problem Based Learning (PBL) dievaluasi melalui peningkatan kemampuan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik setelah mengikuti pembelajaran pada materi asam-basa. Pengukuran dilakukan menggunakan desain one-group pretest-posttest, sehingga perubahan kemampuan peserta didik dianalisis berdasarkan perbedaan skor sebelum dan sesudah implementasi media. Instrumen yang digunakan berupa 20 butir soal HOTS yang telah divalidasi oleh ahli dan dikembangkan untuk mengukur kemampuan kognitif pada level analisis (C4), evaluasi (C5), dan kreasi (C6) sesuai revisi Taksonomi Bloom.

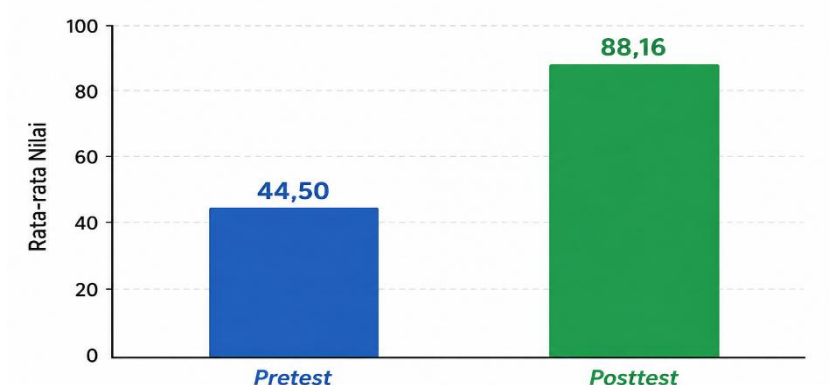
Hasil analisis deskriptif menunjukkan adanya peningkatan yang nyata pada capaian hasil belajar peserta didik setelah penggunaan media. Sebelum memperoleh perlakuan, rata-rata nilai pretest berada pada 44,50, yang menunjukkan bahwa kemampuan awal peserta didik dalam memahami konsep asam-basa dan menyelesaikan soal HOTS masih tergolong rendah. Setelah proses pembelajaran menggunakan Google Sites berbasis PBL selesai dilaksanakan, rata-rata nilai posttest meningkat menjadi 88,16. Peningkatan tersebut memperlihatkan bahwa sebagian besar peserta didik mampu memahami konsep secara lebih komprehensif sekaligus menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam menganalisis permasalahan, mengevaluasi informasi, dan merumuskan solusi berdasarkan konsep asam-basa.

Untuk memperoleh gambaran yang lebih objektif mengenai besarnya peningkatan kemampuan peserta didik, dilakukan analisis menggunakan indeks Normalized Gain (N-Gain). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-Gain mencapai 0,80, yang termasuk dalam kategori tinggi. Nilai tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan mampu memberikan peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang substansial setelah diterapkan pada pembelajaran materi asam-basa. Rekapitulasi hasil analisis disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Pretest, Posttest, dan N-Gain HOTS

Variabel	Nilai
Rata-rata Pretest	44,50
Rata-rata Posttest	88,16
N-Gain	0,80
Kategori	Tinggi

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa peningkatan rata-rata skor mencapai lebih dari dua kali lipat dibandingkan kondisi awal. Selisih skor sebesar 43,66 poin menunjukkan bahwa peserta didik mengalami perkembangan yang signifikan setelah mengikuti pembelajaran menggunakan media yang dikembangkan. Selain itu, nilai N-Gain yang berada pada kategori tinggi mengindikasikan bahwa peningkatan tersebut tidak hanya disebabkan oleh perbedaan skor awal dan akhir, tetapi juga mencerminkan efektivitas perlakuan dalam memfasilitasi perkembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi selama proses pembelajaran.



Gambar 4. Perbandingan rata-rata nilai pretest dan posttest peserta didik.

Gambar 4 memperlihatkan adanya peningkatan yang konsisten antara kemampuan awal dan kemampuan akhir peserta didik. Hampir seluruh peserta didik menunjukkan peningkatan skor setelah mengikuti pembelajaran menggunakan Google Sites berbasis PBL. Kenaikan ini mengindikasikan bahwa media tidak hanya berfungsi sebagai sarana penyampaian materi, tetapi juga mampu mendukung proses pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemampuan analitis, mengevaluasi informasi, serta menyusun penyelesaian terhadap permasalahan kontekstual pada materi asam-basa.

Selain ditinjau dari nilai rata-rata, hasil ketuntasan belajar klasikal juga menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik telah mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) setelah implementasi media. Temuan ini memperkuat hasil analisis N-Gain yang menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan peserta didik tidak hanya terjadi pada sebagian kecil individu, tetapi berlangsung secara konsisten pada tingkat kelas. Dengan demikian, media yang dikembangkan memenuhi salah satu indikator efektivitas pembelajaran, yaitu mampu meningkatkan capaian hasil belajar secara klasikal sekaligus memperbaiki kualitas proses berpikir peserta didik selama pembelajaran berlangsung.

Hasil pengujian efektivitas menunjukkan bahwa Google Sites berbasis *Problem Based Learning* mampu mendukung peningkatan *Higher-Order Thinking Skills* pada materi asam-basa. Peningkatan nilai pretest ke posttest yang disertai N-Gain berkategori tinggi (0,80) memberikan bukti empiris bahwa media yang dikembangkan efektif digunakan dalam pembelajaran. Temuan ini sekaligus melengkapi hasil validitas dan kepraktisan yang telah diperoleh pada tahap sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa media memenuhi tiga indikator utama kualitas produk pengembangan, yaitu valid, praktis, dan efektif dalam mendukung pembelajaran kimia di tingkat sekolah menengah.

Kelayakan Media Google Sites Berbasis *Problem Based Learning*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran Google Sites berbasis Problem Based Learning (PBL) memperoleh kategori sangat layak berdasarkan hasil validasi para ahli. Temuan ini mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan telah memenuhi standar kualitas dari aspek isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi asam-basa. Tingginya tingkat kelayakan tersebut tidak hanya mencerminkan kesesuaian media terhadap standar pengembangan bahan ajar, tetapi juga menunjukkan bahwa proses pengembangan melalui model Four-D (4D) mampu menghasilkan produk yang selaras dengan karakteristik peserta didik, tujuan pembelajaran, serta tuntutan pembelajaran abad ke-21. Dengan demikian, validitas yang tinggi menjadi indikator bahwa media

memiliki kualitas konseptual dan teknis yang memadai sebelum diimplementasikan pada pembelajaran nyata.

Tingginya validitas media dapat dijelaskan melalui perspektif teori *multimedia learning* yang menekankan bahwa proses belajar akan lebih efektif ketika informasi disajikan melalui berbagai representasi yang saling melengkapi, seperti teks, gambar, video, animasi, dan aktivitas interaktif dalam satu lingkungan belajar yang terintegrasi. Pada media yang dikembangkan, konsep asam-basa tidak hanya disampaikan dalam bentuk uraian teks, tetapi juga diperkaya dengan ilustrasi, video pembelajaran, tautan sumber belajar, kuis interaktif, serta aktivitas pemecahan masalah yang mengikuti sintaks *Problem Based Learning*. Kombinasi berbagai bentuk representasi tersebut memungkinkan peserta didik membangun hubungan antara konsep abstrak dengan fenomena nyata sehingga mengurangi beban kognitif sekaligus meningkatkan kualitas pemahaman konseptual. Selain itu, penyajian materi yang terstruktur mengikuti tahapan PBL memberikan alur belajar yang sistematis sehingga peserta didik tidak hanya menerima informasi, tetapi juga mengonstruksi pengetahuan melalui proses investigasi dan refleksi.

Dari sisi desain pembelajaran digital, *Google Sites* memiliki karakteristik yang mendukung implementasi prinsip multimedia karena mampu mengintegrasikan berbagai sumber belajar dalam satu platform berbasis web yang mudah diakses. Platform ini memungkinkan guru mengelola materi, video, simulasi, lembar kerja, serta evaluasi pembelajaran secara terpadu tanpa memerlukan aplikasi tambahan. Kondisi tersebut memberikan fleksibilitas bagi peserta didik untuk mengakses materi kapan saja dan dari berbagai perangkat, sehingga proses belajar tidak lagi terbatas pada ruang kelas. Temuan penelitian ini sejalan dengan Salazar et al. (2024) yang menyatakan bahwa platform berbasis Google berpotensi menciptakan lingkungan belajar yang lebih aktif melalui penyediaan sumber belajar yang terorganisasi, kolaboratif, dan mudah diakses. Menurut mereka, efektivitas media digital tidak hanya ditentukan oleh kualitas konten, tetapi juga oleh kemampuannya memfasilitasi interaksi, refleksi, dan kolaborasi peserta didik selama proses pembelajaran.

Temuan penelitian ini juga memperkuat hasil penelitian Carreño-Escobedo et al. (2022) yang melaporkan bahwa pemanfaatan ekosistem Google dalam pembelajaran bauran (*blended learning*) mampu meningkatkan kualitas pengelolaan pembelajaran melalui integrasi berbagai aktivitas akademik dalam satu platform digital. Penelitian tersebut menegaskan bahwa media berbasis Google memberikan kemudahan dalam mendokumentasikan aktivitas belajar, memfasilitasi kolaborasi, serta menyediakan umpan balik yang lebih cepat dibandingkan media pembelajaran konvensional. Hasil validasi yang tinggi pada penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik tersebut berhasil diakomodasi dalam *Google Sites* berbasis PBL sehingga media tidak hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan materi (*repository*), tetapi berkembang menjadi *digital learning hub* yang mengintegrasikan seluruh tahapan pembelajaran berbasis masalah.

Meskipun demikian, beberapa penelitian sebelumnya juga mengingatkan bahwa keberhasilan implementasi media digital tidak hanya bergantung pada kualitas produk, tetapi juga dipengaruhi oleh kesiapan guru, kompetensi digital pengguna, serta ketersediaan infrastruktur teknologi. Alcalá et al. (2020) menjelaskan bahwa berbagai inovasi pembelajaran digital selama masa pembelajaran jarak jauh menghadapi tantangan berupa kesenjangan kompetensi digital guru, keterbatasan akses internet, dan variasi fasilitas teknologi yang dimiliki peserta didik. Faktor-faktor tersebut dapat mengurangi efektivitas implementasi media apabila tidak diantisipasi melalui desain yang sederhana dan mudah digunakan. Dalam penelitian ini, tingginya skor validasi menunjukkan bahwa aspek kemudahan navigasi, konsistensi antarmuka, dan

aksesibilitas telah menjadi perhatian utama selama proses pengembangan. Google Sites dipilih karena tidak memerlukan instalasi perangkat lunak khusus, dapat diakses melalui berbagai perangkat, serta memiliki antarmuka yang relatif sederhana sehingga hambatan teknis dapat diminimalkan.

Apabila dibandingkan dengan penelitian-penelitian terdahulu mengenai Google Sites, penelitian ini menawarkan karakteristik yang berbeda. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada pengembangan media digital yang menilai validitas produk berdasarkan aspek tampilan, kemudahan penggunaan, dan kelengkapan materi. Sebaliknya, media yang dikembangkan pada penelitian ini dirancang tidak hanya untuk menyampaikan informasi, tetapi juga mengintegrasikan secara utuh sintaks Problem Based Learning ke dalam setiap komponen media. Peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi masalah kontekstual, mengeksplorasi berbagai sumber belajar, melakukan investigasi, berdiskusi, serta menyusun solusi berdasarkan konsep ilmiah. Dengan demikian, validitas media tidak hanya mencerminkan kualitas visual maupun teknis, tetapi juga menunjukkan bahwa desain pembelajaran telah mampu mengakomodasi proses konstruksi pengetahuan yang mendukung pengembangan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS).

Hasil validasi yang berada pada kategori sangat layak memberikan bukti bahwa Google Sites berbasis *Problem Based Learning* memenuhi persyaratan sebagai media pembelajaran digital yang berkualitas. Validitas yang tinggi tidak semata-mata dihasilkan oleh desain visual yang menarik, tetapi merupakan konsekuensi dari integrasi antara prinsip *multimedia learning*, desain pembelajaran berbasis masalah, serta pemanfaatan platform digital yang mendukung interaksi, kolaborasi, dan pembelajaran mandiri. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa kualitas media pembelajaran digital harus dipandang secara holistik, yakni sebagai perpaduan antara kualitas konten, desain pedagogis, dan dukungan teknologi yang mampu memfasilitasi pengalaman belajar yang bermakna. Selain memperkuat temuan penelitian sebelumnya mengenai efektivitas Google Sites, penelitian ini juga memberikan kontribusi baru melalui integrasi eksplisit antara Google Sites dan *Problem Based Learning*, sehingga media tidak hanya layak secara teknis, tetapi juga memiliki landasan pedagogis yang kuat untuk mendukung pembelajaran kimia abad ke-21.

Kepraktisan Media dan Respons Peserta Didik terhadap Google Sites Berbasis *Problem Based Learning*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Google Sites* berbasis *Problem Based Learning* (PBL) memperoleh respons yang sangat positif dari peserta didik dan berada pada kategori sangat baik. Tingginya tingkat kepraktisan tersebut mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan tidak hanya layak secara konseptual, tetapi juga mudah digunakan dalam situasi pembelajaran nyata. Kepraktisan merupakan salah satu indikator penting dalam penelitian pengembangan karena mencerminkan sejauh mana suatu media dapat diterapkan secara efektif tanpa menimbulkan hambatan yang berarti bagi pengguna. Dalam penelitian ini, tingginya respons peserta didik menunjukkan bahwa *Google Sites* mampu memberikan pengalaman belajar yang lebih fleksibel, menarik, dan mudah diakses sehingga mendukung keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

Respons positif tersebut tidak terlepas dari karakteristik *Google Sites* yang memungkinkan peserta didik mengakses seluruh komponen pembelajaran melalui satu platform digital yang terintegrasi. Seluruh materi, video pembelajaran, lembar aktivitas, tautan referensi, serta evaluasi tersedia dalam satu lingkungan belajar (*single learning environment*) sehingga peserta didik tidak perlu berpindah ke berbagai aplikasi atau platform lain. Integrasi tersebut mengurangi beban operasional dalam proses belajar dan

memungkinkan peserta didik lebih berfokus pada pemahaman konsep serta penyelesaian masalah yang diberikan. Kemudahan navigasi, tampilan antarmuka yang sederhana, serta kompatibilitas dengan berbagai perangkat turut meningkatkan kenyamanan peserta didik selama menggunakan media, sehingga proses pembelajaran berlangsung secara lebih efektif.

Tingginya tingkat kepraktisan juga dapat dijelaskan melalui perspektif *self-directed learning*, yaitu kemampuan peserta didik untuk mengelola proses belajarnya secara mandiri melalui perencanaan, pemantauan, dan evaluasi terhadap aktivitas belajar yang dilakukan. Berbeda dengan pembelajaran konvensional yang sebagian besar bergantung pada penjelasan guru, Google Sites memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menentukan urutan eksplorasi materi, mengakses kembali sumber belajar sesuai kebutuhan, serta mempelajari konsep yang belum dipahami secara berulang. Fleksibilitas tersebut mendorong tumbuhnya kemandirian belajar karena peserta didik memiliki kontrol yang lebih besar terhadap tempo, waktu, dan strategi belajar yang digunakan. Kondisi ini sangat penting dalam pembelajaran abad ke-21, di mana kemampuan belajar secara mandiri menjadi salah satu kompetensi yang harus dimiliki untuk menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang terus berubah.

Selain mendukung pembelajaran mandiri, media yang dikembangkan juga berfungsi sebagai collaborative learning hub yang mengintegrasikan seluruh aktivitas pembelajaran berbasis masalah dalam satu ruang digital. Sintaks Problem Based Learning yang diimplementasikan pada Google Sites memungkinkan peserta didik bekerja secara kolaboratif untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, mendiskusikan berbagai alternatif penyelesaian, hingga menyusun solusi berdasarkan konsep ilmiah. Dengan demikian, Google Sites tidak hanya menjadi media penyampaian materi (*content delivery*), tetapi berkembang menjadi lingkungan belajar yang mendukung interaksi antarpeserta didik maupun antara peserta didik dengan guru. Karakteristik tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif dibandingkan penggunaan media digital yang hanya berfungsi sebagai tempat penyimpanan materi pembelajaran.

Temuan penelitian ini sejalan dengan Salazar et al. (2024) yang menjelaskan bahwa platform berbasis Google memiliki kemampuan untuk mendukung pembelajaran aktif melalui pengorganisasian sumber belajar, aktivitas kolaboratif, dan refleksi pembelajaran dalam satu lingkungan digital yang terintegrasi. Menurut mereka, lingkungan belajar digital yang dirancang secara sistematis mampu meningkatkan partisipasi peserta didik karena memberikan akses yang lebih mudah terhadap berbagai aktivitas pembelajaran, sekaligus mendorong keterlibatan yang lebih tinggi dalam proses penyelesaian masalah. Hasil penelitian ini memperkuat temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa integrasi Google Sites dan *Problem Based Learning* menghasilkan media yang tidak hanya mudah digunakan, tetapi juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan berpusat pada peserta didik.

Hasil penelitian ini juga mendukung temuan Carreño-Escobedo et al. (2022) yang menekankan bahwa ekosistem Google memberikan kontribusi penting dalam menciptakan digital learning environment yang efektif melalui integrasi berbagai aktivitas akademik dalam satu platform. Lingkungan belajar digital yang terorganisasi memungkinkan guru menyampaikan materi, memberikan umpan balik, memantau aktivitas peserta didik, serta mendokumentasikan proses pembelajaran secara lebih efisien. Pada penelitian ini, karakteristik tersebut diwujudkan melalui *Google Sites* yang mengintegrasikan materi, aktivitas *Problem Based Learning*, video pembelajaran, lembar kerja, serta evaluasi dalam satu ruang belajar digital sehingga proses pembelajaran berlangsung secara lebih terstruktur dan mudah diikuti oleh peserta didik. Integrasi

tersebut menjadi salah satu faktor yang menjelaskan tingginya tingkat kepraktisan media berdasarkan respons pengguna.

Lebih lanjut, Lara-Carrillo dan Aillón (2022) menjelaskan bahwa lingkungan belajar digital yang efektif tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi yang digunakan, tetapi juga oleh kemampuannya dalam memfasilitasi komunikasi, kolaborasi, refleksi, dan umpan balik selama proses pembelajaran. Google Sites memenuhi karakteristik tersebut karena memungkinkan peserta didik mengakses berbagai sumber belajar secara berkelanjutan, melakukan diskusi terhadap permasalahan yang diberikan, serta merefleksikan hasil belajar pada setiap tahapan *Problem Based Learning*. Dengan demikian, media yang dikembangkan tidak hanya mendukung pembelajaran sinkron di dalam kelas, tetapi juga memperluas kesempatan belajar secara asinkron di luar jam pembelajaran formal.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, sebagian besar pengembangan Google Sites masih berorientasi pada penyajian materi digital atau peningkatan motivasi belajar. Penelitian ini menawarkan kontribusi yang lebih komprehensif karena Google Sites dirancang sebagai lingkungan belajar kolaboratif yang mengintegrasikan sintaks *Problem Based Learning* secara utuh, mulai dari penyajian masalah autentik, eksplorasi konsep, investigasi kelompok, hingga evaluasi pembelajaran. Pendekatan tersebut menjadikan peserta didik sebagai pusat aktivitas belajar (*student-centered learning*), sehingga mereka tidak hanya menerima informasi, tetapi juga secara aktif membangun pengetahuan melalui interaksi dengan teman sebaya, guru, dan berbagai sumber belajar digital.

Tingginya respons peserta didik menunjukkan bahwa Google Sites berbasis *Problem Based Learning* memiliki tingkat kepraktisan yang sangat baik sebagai media pembelajaran kimia. Kepraktisan tersebut merupakan hasil sinergi antara kemudahan penggunaan platform, dukungan terhadap *self-directed learning*, kemampuan memfasilitasi pembelajaran kolaboratif, serta desain *digital learning environment* yang terintegrasi. Temuan ini memperkuat bukti empiris bahwa media pembelajaran digital yang dirancang berdasarkan prinsip pedagogis yang tepat tidak hanya meningkatkan kenyamanan pengguna, tetapi juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih aktif, mandiri, dan kolaboratif, yang pada akhirnya menjadi fondasi penting bagi pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada peserta didik.

Efektivitas Google Sites Berbasis *Problem Based Learning* terhadap *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi Google Sites berbasis *Problem Based Learning* (PBL) mampu meningkatkan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik secara signifikan, yang ditunjukkan oleh peningkatan skor pretest, posttest, serta nilai N-Gain yang berada pada kategori tinggi. Temuan ini mengindikasikan bahwa media yang dikembangkan tidak hanya memenuhi aspek validitas dan kepraktisan, tetapi juga efektif dalam memfasilitasi proses pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk berpikir secara analitis, evaluatif, dan kreatif. Peningkatan HOTS tersebut terjadi karena media yang dikembangkan mengintegrasikan karakteristik *Problem Based Learning* dengan lingkungan belajar digital berbasis Google Sites, sehingga peserta didik memperoleh pengalaman belajar yang berpusat pada penyelesaian masalah autentik, eksplorasi konsep, serta refleksi terhadap proses berpikir yang dilakukan.

Secara pedagogis, peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi dapat dijelaskan melalui karakteristik utama *Problem Based Learning* yang menempatkan masalah sebagai titik awal pembelajaran. Berbeda dengan pembelajaran ekspositori yang cenderung menekankan penyampaian informasi, PBL mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi permasalahan, merumuskan hipotesis, mencari informasi dari berbagai

sumber, menganalisis bukti, mengevaluasi alternatif solusi, dan menyusun kesimpulan berdasarkan argumentasi ilmiah. Rangkaian aktivitas tersebut secara langsung melibatkan proses kognitif pada level analisis (C4), evaluasi (C5), dan kreasi (C6), yang merupakan indikator utama *Higher-Order Thinking Skills*. Dengan demikian, peningkatan HOTS yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan konsekuensi logis dari penerapan strategi pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengonstruksi pengetahuan melalui aktivitas penyelidikan (*inquiry*) dan pemecahan masalah.

Temuan tersebut memperkuat hasil kajian Zamora dan Maroto (2017) yang menjelaskan bahwa *Problem Based Learning* merupakan salah satu pendekatan pembelajaran yang paling efektif dalam mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, pengambilan keputusan, serta pembelajaran mandiri. Menurut mereka, keterlibatan peserta didik dalam menyelesaikan masalah nyata mendorong terbentuknya proses berpikir reflektif yang lebih mendalam dibandingkan pembelajaran yang berorientasi pada penyampaian materi. Hasil penelitian ini memberikan bukti empiris bahwa prinsip tersebut juga berlaku pada pembelajaran kimia, khususnya materi asam-basa, ketika *Problem Based Learning* dipadukan dengan media digital yang mampu mendukung seluruh tahapan pembelajaran secara sistematis.

Selain dipengaruhi oleh karakteristik PBL, peningkatan HOTS juga tidak terlepas dari peran Google Sites sebagai lingkungan belajar digital yang mendukung proses berpikir secara berkelanjutan. Google Sites tidak hanya berfungsi sebagai media penyajian materi, tetapi menjadi ruang belajar digital (*digital learning hub*) yang mengintegrasikan sumber belajar, aktivitas investigasi, diskusi kelompok, lembar kerja, serta evaluasi pembelajaran dalam satu platform yang mudah diakses. Karakteristik tersebut memungkinkan peserta didik melakukan eksplorasi informasi secara mandiri, mendokumentasikan hasil penyelidikan, serta mengakses kembali materi yang diperlukan selama proses pemecahan masalah. Integrasi ini memberikan ruang bagi peserta didik untuk membangun pengetahuan secara bertahap melalui proses berpikir yang bersifat iteratif, sehingga kemampuan analisis dan evaluasi berkembang secara lebih optimal dibandingkan penggunaan media pembelajaran konvensional.

Sinergi antara *Problem Based Learning* dan *Google Sites* menjadi faktor utama yang membedakan penelitian ini dari penelitian pengembangan media digital sebelumnya. *Problem Based Learning* menyediakan struktur pedagogis yang menuntut aktivitas berpikir tingkat tinggi, sedangkan *Google Sites* menyediakan lingkungan digital yang memfasilitasi implementasi seluruh sintaks PBL secara konsisten. Dengan kata lain, PBL memberikan kerangka kognitif, sedangkan *Google Sites* menyediakan dukungan teknologi yang memungkinkan peserta didik menjalankan setiap tahapan pembelajaran secara efektif. Kombinasi kedua komponen tersebut menciptakan pengalaman belajar yang tidak hanya berpusat pada peserta didik (*student-centered learning*), tetapi juga mendorong kolaborasi, refleksi, dan pembelajaran mandiri sebagai prasyarat berkembangnya HOTS.

Keunggulan integrasi tersebut menjadi semakin penting ketika diterapkan pada materi asam-basa, yang selama ini dikenal sebagai salah satu topik kimia yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi. Konsep asam-basa tidak hanya melibatkan perhitungan matematis, tetapi juga menuntut peserta didik menghubungkan representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik secara simultan. Banyak peserta didik mengalami kesulitan karena pembelajaran sering kali hanya menekankan aspek prosedural tanpa membantu mereka memahami hubungan antarrepresentasi tersebut. Dalam penelitian ini, permasalahan kontekstual yang disajikan melalui *Google Sites* seperti penggunaan indikator alami, tingkat keasaman produk rumah tangga, kualitas air, dan pencemaran lingkungan mendorong peserta didik menghubungkan konsep ilmiah

dengan fenomena nyata sehingga proses pembelajaran menjadi lebih bermakna. Pendekatan ini membantu peserta didik tidak hanya memahami konsep, tetapi juga menerapkannya untuk menganalisis dan menyelesaikan permasalahan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian Ortega et al. (2020) yang menyatakan bahwa pemahaman konsep asam-basa akan meningkat apabila peserta didik memperoleh bantuan visualisasi dan representasi digital yang mampu menjelaskan hubungan antara mekanisme mikroskopik dan fenomena makroskopik. Namun demikian, penelitian Ortega dan kolega berfokus pada penggunaan perangkat lunak visualisasi kesetimbangan kimia dan belum mengintegrasikan pendekatan Problem Based Learning sebagai strategi pembelajaran. Penelitian ini melengkapi temuan tersebut dengan menunjukkan bahwa visualisasi digital yang dipadukan dengan aktivitas penyelesaian masalah memberikan pengalaman belajar yang lebih komprehensif, karena peserta didik tidak hanya menginterpretasikan representasi kimia, tetapi juga menggunakannya sebagai dasar dalam menyusun argumentasi ilmiah dan solusi terhadap masalah kontekstual.

Peningkatan HOTS yang diperoleh juga mendukung hasil penelitian Párraga et al. (2024) yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis masalah dan aktivitas kolaboratif mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta kemampuan pengambilan keputusan. Menurut mereka, keberhasilan pembelajaran berbasis masalah tidak hanya dipengaruhi oleh kualitas permasalahan yang diberikan, tetapi juga oleh lingkungan belajar yang memungkinkan peserta didik berdiskusi, mengevaluasi berbagai alternatif solusi, dan merefleksikan proses berpikirnya. Google Sites dalam penelitian ini memenuhi fungsi tersebut dengan menyediakan ruang belajar digital yang mengintegrasikan sumber belajar, aktivitas investigasi, dan evaluasi sehingga peserta didik dapat menjalankan seluruh proses Problem Based Learning secara lebih sistematis.

Temuan penelitian ini juga sejalan dengan Holguín-Alvarez et al. (2022) yang menekankan bahwa peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi memerlukan lingkungan belajar yang memberikan tantangan kognitif secara berkelanjutan. Mereka menjelaskan bahwa aktivitas pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk mengevaluasi informasi, mengembangkan argumentasi, dan menghasilkan solusi inovatif akan memberikan dampak yang lebih besar terhadap perkembangan HOTS dibandingkan pembelajaran yang hanya berorientasi pada penguasaan konsep. Implementasi Google Sites berbasis PBL dalam penelitian ini menciptakan tantangan tersebut melalui penyajian masalah autentik yang harus diselesaikan secara kolaboratif menggunakan berbagai sumber informasi yang tersedia pada platform digital.

Dari perspektif evaluasi pembelajaran, hasil penelitian ini juga menjawab rekomendasi Guamán et al. (2024) yang menekankan pentingnya penggunaan instrumen yang mampu mengukur *Higher-Order Thinking Skills* secara valid dan sesuai dengan karakteristik pembelajaran berbasis masalah. Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang masih menitikberatkan pada hasil belajar kognitif secara umum, penelitian ini menggunakan instrumen HOTS yang dirancang untuk mengukur kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi, sehingga peningkatan yang diperoleh lebih mencerminkan perkembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi daripada sekadar peningkatan penguasaan materi. Hal ini memperkuat validitas temuan bahwa efektivitas media tidak hanya terlihat dari meningkatnya skor hasil belajar, tetapi juga dari berkembangnya kemampuan peserta didik dalam menggunakan konsep asam-basa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan memecahkan masalah ilmiah secara sistematis.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi antara Google Sites dan Problem Based Learning yang secara eksplisit dirancang untuk mengembangkan Higher-

Order Thinking Skills pada materi asam-basa. Sebagian besar penelitian terdahulu memanfaatkan Google Sites sebagai media penyampaian materi atau repositori sumber belajar, sedangkan penelitian mengenai *Problem Based Learning* umumnya hanya mengevaluasi efektivitas model pembelajaran tanpa didukung oleh lingkungan digital yang mampu mengakomodasi seluruh sintaks pembelajaran secara terpadu. Penelitian ini menjembatani kedua pendekatan tersebut dengan mengembangkan Google Sites sebagai *digital learning hub* yang mengintegrasikan penyajian masalah autentik, eksplorasi konsep, investigasi kolaboratif, refleksi, serta asesmen HOTS dalam satu platform pembelajaran. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memperkuat bukti empiris mengenai efektivitas PBL dalam meningkatkan HOTS, tetapi juga memberikan model implementasi pembelajaran digital yang relevan dengan kebutuhan pendidikan kimia pada era transformasi digital dan pembelajaran abad ke-21.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan media pembelajaran Google Sites berbasis Problem Based Learning (PBL) pada materi asam-basa menggunakan model pengembangan Four-D (4D) yang meliputi tahap *define, design, develop, dan disseminate*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media yang dikembangkan memenuhi tiga indikator utama kualitas produk pengembangan, yaitu valid, praktis, dan efektif. Validitas media berada pada kategori sangat layak berdasarkan penilaian ahli, yang menunjukkan bahwa aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan tampilan telah memenuhi standar pengembangan media pembelajaran. Selain itu, respons peserta didik berada pada kategori sangat baik, yang mengindikasikan bahwa media mudah digunakan, menarik, serta mampu mendukung keterlibatan peserta didik selama proses pembelajaran.

Efektivitas media ditunjukkan oleh peningkatan kemampuan Higher-Order Thinking Skills (HOTS) peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan Google Sites berbasis PBL. Peningkatan nilai *pretest, posttest*, dan N-Gain berkategori tinggi menunjukkan bahwa integrasi pembelajaran berbasis masalah dengan platform digital mampu memfasilitasi kemampuan analisis, evaluasi, dan kreasi pada materi asam-basa yang bersifat abstrak dan kompleks. Temuan ini memperlihatkan bahwa penyajian masalah autentik, eksplorasi konsep secara mandiri, serta aktivitas kolaboratif dalam lingkungan belajar digital memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna dibandingkan pembelajaran yang berorientasi pada penyampaian materi semata.

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada integrasi Google Sites sebagai *digital learning hub* dengan sintaks Problem Based Learning yang secara khusus dirancang untuk mengembangkan HOTS pada pembelajaran asam-basa. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya memanfaatkan Google Sites sebagai media penyampaian materi atau mengevaluasi Problem Based Learning secara terpisah, penelitian ini mengintegrasikan kedua komponen tersebut dalam satu lingkungan pembelajaran digital yang mendukung penyelesaian masalah autentik, kolaborasi, refleksi, dan asesmen HOTS secara terpadu. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi teoretis terhadap pengembangan pembelajaran kimia berbasis teknologi digital sekaligus menawarkan alternatif media pembelajaran yang relevan untuk mendukung implementasi pembelajaran abad ke-21. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan sampel yang lebih luas, menggunakan desain eksperimen dengan kelompok kontrol, serta menguji efektivitas media pada materi kimia lainnya untuk meningkatkan generalisasi hasil penelitian.

KONTRIBUSI

Penelitian ini memberikan kontribusi teoretis, metodologis, dan praktis terhadap pengembangan pembelajaran kimia berbasis teknologi digital. Dari sisi teoretis,

penelitian ini memperluas kajian mengenai integrasi *Problem Based Learning* (PBL) dengan *Google Sites* sebagai lingkungan pembelajaran digital (*digital learning environment*) yang secara eksplisit dirancang untuk mengembangkan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) pada materi asam-basa. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya memanfaatkan *Google Sites* sebagai media penyampaian materi atau menerapkan PBL tanpa dukungan platform digital yang terintegrasi, penelitian ini mengombinasikan kedua pendekatan tersebut dalam satu desain pembelajaran yang sistematis.

Dari sisi metodologis, penelitian ini menghasilkan media pembelajaran yang dikembangkan melalui model Four-D (4D) dan dievaluasi berdasarkan tiga indikator kualitas produk, yaitu validitas, kepraktisan, dan efektivitas. Pengukuran efektivitas tidak hanya berfokus pada peningkatan hasil belajar, tetapi juga menggunakan instrumen yang dirancang untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi pada level analisis, evaluasi, dan kreasi.

Secara praktis, media yang dikembangkan menyediakan alternatif pembelajaran digital yang mudah diakses, mendukung pembelajaran mandiri dan kolaboratif, serta dapat diimplementasikan dalam pembelajaran kimia di sekolah menengah. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi guru, pengembang media, dan peneliti dalam merancang inovasi pembelajaran berbasis teknologi yang lebih efektif untuk meningkatkan kualitas pembelajaran sains pada abad ke-21.

ACKNOWLEDGMENT

Apresiasi yang tinggi juga disampaikan kepada Kepala Sekolah, majelis guru, serta peserta didik SMA Negeri 17 Medan atas kerja sama dan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan uji coba lapangan. Terakhir, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua atas dukungan moral dan finansial secara penuh, sehingga seluruh rangkaian penelitian mandiri ini dapat diselesaikan dengan baik.

KONTRIBUSI PENULIS

Penelitian ini melibatkan dua penulis yang berkontribusi secara aktif pada setiap tahapan penelitian. Penulis pertama bertanggung jawab dalam perumusan konsep penelitian, perancangan desain, pengembangan media pembelajaran *google sites* berbasis PBL, pengumpulan dan analisis data, serta penulisan naskah utama. Penulis kedua berperan dalam validasi desain dan substansi penelitian, khususnya pada aspek keakuratan konsep asam basa. Selain itu, memberikan masukan kritis serta melakukan revisi terhadap naskah untuk meningkatkan kualitas ilmiah. Kedua penulis telah membaca, menyetujui, dan bertanggung jawab atas isi akhir naskah yang dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., & Mahmud, S. N. D. (2024). Applying TPACK in STEM education towards 21st century: Systematic literature review. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 13(1). <https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i1/20667>
- Alcalá, D. H., Pueyo, Á. P., Aguado, M. L., Manso, J., & Fernández-Río, J. (2020). Familias y docentes: Garantes del aprendizaje durante el confinamiento. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3), 353–370. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.019>
- Carreño-Escobedo, J., Carlos, C. P., & Cotrina-Giraldo, I. (2022). Modelo pedagógico en educación virtual con blended learning: Caso Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática UNMSM (FISI). *Revista de Investigación de Sistemas e Informática*, 15(1), 23–31. <https://doi.org/10.15381/risi.v15i1.23738>

- Darwis, R. H., Alimuddin, A., & Patimbangi, A. (2024). Higher order thinking and critical thinking skills in problem-based learning environments: A systematic review. *Journal of Learning and Development Studies*, 4(2), 21–33. <https://doi.org/10.32996/jlds.2024.2.2.3>
- Djamdjuri, D. S., & Maeleni, M. (2021). Problem-based learning in an online reading course to stimulate critical thinking skills. *Jurnal Pendidikan dan Kewirausahaan*, 9(1), 189–209. <https://doi.org/10.47668/pkwu.v9i1.169>
- Guamán, L. O. Á., Calvache, J. A., Cajo, D. P. H., & Gutiérrez, J. P. C. (2024). Innovación en la enseñanza de álgebra lineal en la educación superior: Integración de tecnologías interactivas y enfoques didácticos. *Reincisol*, 3(6), 4971–4988. [https://doi.org/10.59282/reincisol.v3\(6\)4971-4988](https://doi.org/10.59282/reincisol.v3(6)4971-4988)
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores. *American Educational Research Association*.
- Holguín-Alvarez, J., Apaza-Quispe, J., Montero, J. M. C., Ruiz-Salazar, J., & Huaita, D. M. (2022). Gamificación mixta con videojuegos y plataformas educativas: Un estudio sobre la demanda cognitiva matemática. *Digital Education Review*, 42, 136–153. <https://doi.org/10.1344/der.2022.42.136-153>
- Karim, M. R., & Kew, S. N. (2024). Impact of project-based learning (PBL) integrated with Google Classroom on improving English writing skills in a Bangladeshi university. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(9), 103–120. <https://doi.org/10.26803/ijlter.23.9.6>
- Lara-Carrillo, K. I., & Aillón, T. M. F. (2022). Estrategias didácticas con actividades sincrónicas y asincrónicas en el aprendizaje de nomenclatura inorgánica. *Innova Research Journal*, 7(2), 40–56. <https://doi.org/10.33890/innova.v7.n2.2022.2003>
- Mawas, N. E., & Muntean, C. H. (2018). Supporting lifelong learning through development of 21st century skills. In *Proceedings of the 10th International Conference on Education and New Learning Technologies (EDULEARN18)* (pp. 7343–7350). <https://doi.org/10.21125/edulearn.2018.1723>
- Muehlenkamp, J. J., Weiss, N. M., & Hansen, M. C. (2015). Problem-based learning for introductory psychology: Preliminary supporting evidence. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 1(2), 125–136. <https://doi.org/10.1037/stl0000027>
- Nurjanah, L., & Nurbatra, L. H. (2023). The power of PBL and TPACK: Catalysts for elevating students' writing learning outcomes. *Jo-ELT (Journal of English Language Teaching)*, 10(2), 157. <https://doi.org/10.33394/jo-elt.v10i2.8043>
- Omeh, C. B., Olelewe, C. J., & Nwangwu, E. C. (2022). Impact of teaching computer programming using innovative pedagogy embedded with live online lectures and related tools: A randomized control trial. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(5), 1390–1405. <https://doi.org/10.1002/cae.22527>
- Ortega, E., Martí-Calatayud, M. C., García-Gabaldón, M., & Carrillo-Abad, J. (2020). Uso combinado de software libre y de técnicas analíticas para facilitar la comprensión de los diagramas de equilibrio químico. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite.391411>
- Párraga, A. P. B., Guonoquiza, M. J. T., Oviedo, M. Y. M., Pardo, J. A. C., Rosillo, A. O., Altamirano, I. del C. G., & Ayala, R. E. M. (2024). Aprendizaje basado en role-playing: Fomentando la creatividad y el pensamiento crítico desde temprana edad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 1437–1461. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12389
- Putriani, J. D., & Hudaidah, H. (2021). Penerapan pendidikan Indonesia di era revolusi industri 4.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 830–838. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i3.407>

- Robertson, J. (n.d.). *Improving student learning through PBL, student choice, and community partnerships*. <https://doi.org/10.17760/d20531827>
- Raihanah, D., Putri, N. M., Fatmawati, T., & Nurjayadi, M. (2024). Analysis of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Ability for Prospective Chemistry Teacher Students and Chemistry Teachers: A Literature Review. *Jurnal Pijar Mipa*, 19(1), 67–74. <https://doi.org/10.29303/jpm.v19i1.6395>
- Salazar, L., López, E. K. G., & Núñez, M. F. P. (2024). Estrategias para fomentar el aprendizaje activo en el aula de pedagogía universitaria. *Polo del Conocimiento*, 9(6), 504–523. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i6.7331>
- Sari, R. D., Fikroh, R., Rahayu, R., & Ridzaniyanto, P. (2022). Pengembangan media pembelajaran Google Sites pada materi hidrolisis garam berbasis pendekatan kontekstual. *Lantanida Journal*, 10(2), 109. <https://doi.org/10.22373/lj.v10i2.14497>
- Sihombing, B., Zamsiswaya, & Sawaluddin. (2024). Model pengembangan 4D (define, design, develop, dan disseminate) dalam pembelajaran pendidikan Islam. *Journal of Islamic Education El Madani*, 4(1), 11–19. <https://doi.org/10.55438/jiee.v4i1.135>
- Sulistiyani, L. M., Habiddin, H., & Yahmin, Y. (2022). HOTS & problem-based learning (PBL) with blended learning. *J-Pek (Jurnal Pembelajaran Kimia)*, 7(1), 1–8. <https://doi.org/10.17977/um026v7i12022p001>
- Wangmo, K., & Yuden, Y. (2024). Assessing the impact of the project-based learning approach on students' academic achievement and attitudes toward English lesson. *International Journal for Multidisciplinary Research*, 6(5). <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2024.v06i05.28740>
- Wikanta, W., & Susilo, H. (2022). Higher order thinking skills achievement for biology education students in case-based biochemistry learning. *International Journal of Instruction*, 15(4), 835–854. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15445a>
- Zamora, J. D., & Maroto, O. (2017). Aprendizaje basado en problemas como recurso pedagógico en el cambio de la conducta sedentaria en jóvenes universitarios. *Revista Chilena de Salud Pública*, 20(2), 113. <https://doi.org/10.5354/0719-5281.2016.44937>