



Contents lists available at [Journal IICET](https://journal.iicet.org)

JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)

ISSN: 2541-3163(Print) ISSN: 2541-3317 (Electronic)

Journal homepage: <https://jurnal.iicet.org/index.php/jpgi>



Development and validation of a periodic-table educational game using the 4D model: a gamification-based design for chemistry learning

Vionni Febriani, Meldi Ade Kurnia Yusri^{*}, Alkadri Masnur, Khairul Alfahani
Kurikulum dan Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Padang

Article Info

Article history:

Received Jun 12th, 2026

Revised Jul 24th, 2026

Accepted Jul 28th, 2026

Keyword:

Educational game,
Gamification,
Chemistry learning,
Instructional design,
4D development model

ABSTRACT

Penelitian ini mengembangkan Game Edukatif SISPERSUR karena media pembelajaran kimia yang digunakan selama ini masih terbatas pada papan tulis dan buku cetak, sehingga kurang menarik minat siswa. Pembelajaran di kelas cenderung satu arah dan siswa kurang terlibat aktif, terutama dalam memahami materi sistem periodik unsur, sehingga ketertarikan siswa terhadap kimia tergolong rendah. Berdasarkan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan mengembangkan Game Edukatif SISPERSUR pada mata pelajaran Kimia kelas X SMA yang valid dan praktis. Penelitian menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model 4D (Define, Design, Development, Disseminate). Validitas produk diuji oleh satu ahli materi dan dua ahli media, sedangkan praktikalitas diuji pada 20 siswa kelas X SMA. Penyebaran dilakukan dengan menguji efektivitas produk pada guru dan siswa kelas X di dua sekolah berbeda. Hasil uji validitas ahli materi mencapai 98%, ahli media I 99%, dan ahli media II 96%, seluruhnya berkategori sangat valid. Uji praktikalitas memperoleh persentase 94% (sangat praktis), sedangkan uji efektivitas oleh guru dan siswa masing-masing mencapai 96% dan 94%, keduanya berkategori sangat efektif. Berdasarkan hasil tersebut, game edukatif SISPERSUR yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran Kimia.



© 2026 The Authors. Published by IICET.

This is an open access article under the CC BY-NC-SA license

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>)

Corresponding Author:

Meldi Ade Kurnia Yusri,
Kurikulum dan Teknologi Pendidikan Universitas Negeri Padang
Email: ade.maky23@gmail.com

Pendahuluan

Pembelajaran merupakan suatu proses interaksi antara guru dan siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran yang berlangsung. Kegiatan proses pembelajaran merupakan hal penting dalam pendidikan. Terjadinya proses pembelajaran ditandai dengan adanya komponen-komponen pembelajaran. Salah satu komponen pembelajaran yang mempengaruhi pembelajaran adalah media. Media sangat penting digunakan dalam pembelajaran yang sulit seperti ilmu kimia. Pelajaran kimia merupakan salah satu bidang mata pelajaran IPA yang mempelajari tentang fenomena yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Menurut Muhammad Ridwansyah dkk. (2024) mengatakan bahwa pelajaran kimia membutuhkan media untuk mendukung proses pembelajaran, salah satunya adalah media digital dalam pelajaran kimia untuk membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman, memudahkan penafsiran materi pada saat pembelajaran berlangsung. Pelajaran kimia sering dipandang sebagai salah satu pelajaran yang sulit oleh siswa. Karena, pelajaran kimia membutuhkan pemahaman terhadap konsep-konsep yang bersifat abstrak dan kompleks.

Pelajaran kimia merupakan salah satu pelajaran yang dianggap sulit oleh siswa karena bersifat abstrak. Hal ini diperkuat menurut Indah Juitaningsih (2024) mengatakan bahwa pelajaran kimia sering kali dianggap membosankan, sulit dipahami dan rumit, sehingga membuat banyak siswa tidak tertarik untuk belajar. Hal ini menjadi salah satu alasan mengapa minat siswa dalam belajar kimia masih tergolong rendah. Oleh karena itu, guru perlu berinovasi dan memanfaatkan media yang mampu menciptakan suasana belajar aktif dan menarik minat belajar siswa. Berdasarkan hasil observasi, terlihat dalam pelaksanaannya, guru masih menggunakan media yang kurang memadai dan kurang bervariasi dalam pembelajaran. Selain itu, kegiatan pembelajaran yang berlangsung di kelas cenderung satu arah, sehingga interaksi antara guru masih terbatas. Selanjutnya, siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi sistem periodik unsur. Hal ini mengakibatkan siswa merasa bosan dan suasana belajar menjadi monoton sehingga ketertarikan belajar siswa dan minat belajar terhadap mata pelajaran kimia masih tergolong rendah.

Salah satu media pembelajaran yang bisa digunakan adalah Game edukatif, karena game merupakan sarana hiburan mulai dari anak-anak hingga dewasa. Game sering dikaitkan dengan dampak negatif seperti kecanduan, game juga memiliki dampak positif jika dimanfaatkan secara baik dalam pembelajaran. Hal ini sejalan menurut M. Rian Rinaldi dkk. (2023) menjelaskan bahwa Media game edukasi merupakan jenis permainan yang dibuat dengan tujuan untuk membangun kemampuan berpikir, mengembangkan kreativitas, serta membantu meningkatkan konsentrasi pemainnya. Kemudian, menurut Uswatun Hasanah dkk. (2021) mengatakan bahwa game edukasi yaitu sebuah permainan yang didesain atau dirancang untuk belajar, tetapi bisa memberikan atau menawarkan bermain dan bersenang-senang. Dengan bermain game edukatif siswa bisa belajar sendiri, menjelajahi materi sesuai kemampuan masing-masing dan lebih memperhatikan bagian-bagian materi yang terasa sulit. Penggunaan game edukasi sebagai sarana pendidikan bukanlah hal yang salah, karena game bersifat menghibur yang dapat membuat siswa belajar sambil bermain. Melihat kondisi saat ini siswa lebih banyak menghabiskan waktu untuk bermain game daripada belajar di rumah. Berkaitan dengan hal tersebut, penyediaan media pembelajaran yang menarik sangat diperlukan untuk membuat pembelajaran lebih menyenangkan. Dengan memanfaatkan kesenangan siswa dalam bermain, maka inovasi media pembelajaran yang dikembangkan adalah game edukasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan game edukatif SISPERSUR pada mata pelajaran kimia kelas X SMA/ Sederajat yang diharapkan dapat meningkatkan ketertarikan belajar dan menambah inovasi media pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran kimia.

Perkembangan riset dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis permainan (game-based learning) dan gamifikasi secara konsisten memberikan pengaruh positif terhadap capaian dan motivasi belajar sains. Meta-analisis Lei dkk. (2022) terhadap 41 studi dengan 6.256 partisipan melaporkan efek positif game-based learning pada prestasi sains, dengan efek yang lebih kuat pada jenjang sekolah dasar dan menengah. Sejalan dengan itu, meta-analisis Zeng dkk. (2024) atas 22 studi eksperimental dan Li dkk. (2023) atas 41 studi menegaskan kontribusi gamifikasi terhadap motivasi, keterlibatan, dan hasil belajar, meskipun besaran efeknya bervariasi antar konteks. Pada bidang kimia secara spesifik, sejumlah penelitian mutakhir mengembangkan permainan untuk materi Sistem Periodik Unsur, di antaranya Yang dan Choi (2023) melalui Mendelev's Cards, Franco-Mariscal dkk. (2024) yang mengevaluasi persepsi siswa terhadap 13 permainan tabel periodik, serta Girón-Gamero dan Franco-Mariscal (2023) melalui permainan Atomizados untuk struktur atom pada siswa dengan kesulitan belajar. Sintesis literatur di atas memperlihatkan bahwa mayoritas permainan tabel periodik yang telah dikembangkan berupa permainan kartu atau papan (card/board game), sedangkan pengembangan permainan digital berbasis misi-dan-tantangan yang dirancang khusus untuk kurikulum kimia SMA di Indonesia dan diuji secara sistematis melalui validitas, praktikalitas, dan efektivitas masih terbatas. Kesenjangan inilah yang menjadi posisi kebaruan (novelty) penelitian ini. Secara operasional, penelitian ini bertujuan untuk (1) mengembangkan permainan edukatif SISPERSUR pada materi Sistem Periodik Unsur menggunakan model 4D, (2) menguji validitas produk melalui penilaian ahli materi dan ahli media, (3) menguji praktikalitas produk pada peserta didik, dan (4) menganalisis efektivitas produk berdasarkan respons guru dan peserta didik di dua sekolah.

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development) yang bertujuan untuk menghasilkan game edukatif pada mata pelajaran Kimia materi Sistem Periodik Unsur. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D yang terdiri dari tahap (Define, Design, Develop dan Disseminate). (Thiagarajan dkk., 1974). Tahap define dilakukan untuk menganalisis kurikulum, kebutuhan peserta didik dan kebutuhan pembelajaran. Tahap design dilakukan dengan merancang flowchart dan storyboard sebagai rancangan awal pengembangan produk. Tahap develop dilakukan dengan mengembangkan produk game menggunakan software Construct 3, kemudian dilakukan validasi oleh ahli materi dan ahli media serta uji praktikalitas. Tahap disseminate dilakukan dengan menyebarluaskan game yang telah dikembangkan dengan

menyebarkan game ke dua sekolah berbeda dengan menguji efektivitas untuk melihat feedback pengguna terhadap game yang dikembangkan. Subjek dalam penelitian ini adalah guru Kimia dan peserta didik kelas X di SMA/Sederajat Pasaman. Instrumen yang digunakan berupa angket validasi untuk mengukur tingkat kelayakan media, angket praktikalitas untuk mengetahui kemudahan penggunaan media, serta angket efektivitas untuk melihat feedback pengguna terhadap media yang dikembangkan. Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif dengan menghitung persentase dari hasil penilaian validitas, praktikalitas dan efektivitas. Kemudian dikategorikan ke dalam kriteria tertentu.

Penentuan subjek penelitian dilakukan dengan teknik purposive sampling, yaitu pemilihan subjek berdasarkan pertimbangan tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Kriteria inklusi validator adalah dosen/pakar yang memiliki latar belakang pendidikan kimia (ahli materi) dan latar belakang teknologi/media pembelajaran (ahli media). Validasi produk melibatkan tiga validator, terdiri atas satu ahli materi dan dua ahli media. Uji praktikalitas melibatkan 20 peserta didik kelas X, sedangkan uji efektivitas pada tahap penyebaran melibatkan dua guru kimia dan 40 peserta didik kelas X (20 peserta didik di SMA Negeri 1 Rao Utara dan 20 peserta didik di SMA Negeri 1 Padang Gelugur). Kriteria inklusi peserta didik adalah siswa kelas X yang sedang mempelajari materi Sistem Periodik Unsur.

Kelayakan instrumen angket ditetapkan melalui validitas isi (content validity) berdasarkan penilaian pakar (expert judgment), yaitu kesesuaian butir angket dengan indikator aspek yang diukur pada masing-masing angket validasi, praktikalitas, dan efektivitas. Angket disusun menggunakan skala Likert lima tingkat (1–5). Keterbatasan penelitian ini adalah belum dilaporkannya koefisien reliabilitas empiris (misalnya Cronbach's alpha) melalui uji coba instrumen terpisah; hal ini menjadi catatan metodologis yang perlu dilengkapi pada penelitian lanjutan. Persentase validitas, praktikalitas, dan efektivitas dihitung menggunakan rumus: $P = (\sum \text{skor yang diperoleh} \div \sum \text{skor maksimal}) \times 100\%$. Nilai persentase yang diperoleh kemudian diinterpretasikan berdasarkan kriteria pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Skor

Rentang	Kriteria
81% - 100%	Sangat Valid/Sangat Praktis/Sangat Efektivitas
61% - 80%	Valid/Praktis/ Efektivitas
41% - 60%	Cukup Valid/Cukup Praktis/Cukup Efektivitas
21% - 40%	Tidak Valid/Tidak Praktis/Tidak Efektivitas
0% - 20%	Sangat Tidak Valid/Sangat Tidak Praktis/Sangat Tidak Efektivitas

Sumber: Riduwan (2015)

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian ini berupa game edukatif SISPERSUR pada mata pelajaran Kimia kelas X SMA/Sederajat yang dikembangkan menggunakan model 4D yaitu Define, Design, Develop dan Disseminate. Adapun hasil pada setiap tahap adalah sebagai berikut:

Tahap Define (Pendefinisian)

Pada tahap define, dilakukan analisis kurikulum, analisis peserta didik, analisis kebutuhan pembelajaran. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Rao sering merasa kesulitan dalam memahami materi Sistem Periodik Unsur, terutama dalam menghafal dan mengenali nama, lambang, serta golongan unsur sehingga tingkat ketertarikan belajar siswa terhadap mata pelajaran kimia masih tergolong rendah. Hal ini disebabkan karena media pembelajaran yang digunakan kurang memadai dan tidak menarik yang digunakan guru dalam pembelajaran Kimia. Terlihat dalam pelaksanaannya guru hanya menggunakan media cetak seperti LKS dan belum memanfaatkan game edukatif sebagai tambahan media dalam pembelajaran. Dengan memanfaatkan game edukatif mampu menyajikan materi dengan lebih menyenangkan karena media game terdapat tantangan di dalamnya.

Tahap Design (Perancangan)

Pada tahap ini dilakukan perancangan dan membuat desain produk yang meliputi perancangan game melalui Flowchart dan Storyboard.

Perancangan flowchart bertujuan dalam merancang urutan penyajian dalam media. Alur yang dirancang dalam flowchart meliputi: Halaman start, Halaman menu yang berisi profil pengembangan, petunjuk penggunaan media, CP&ATP, Materi, Game yang meliputi select level, aturan game, dan skor game, Latihan. Flowchart ini digunakan sebagai acuan dalam pengembangan game agar game yang dikembangkan

mudah dipahami oleh pengguna. Storyboard adalah sketsa gambar yang disusun secara berurutan sesuai naskah, melalui storyboard dapat menyampaikan ide cerita ke pengguna seperti: Gambaran scene, bentuk visual, perancangan audio, durasi, keterangan narasi untuk suara dibuat dalam perancangan storyboard.

Tahap Develop (Pengembangan)

Pada tahap develop, dilakukan pembuatan game edukatif menggunakan software Construct 3 sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Game edukatif yang dikembangkan menyajikan media game melalui misi dan tantangan berupa pengumpulan ikon unsur dalam setiap level berdasarkan golongan Tabel Periodik. Setelah ikon unsur berhasil terkumpul, pemain akan menghadapi monster penjaga yang hanya dapat dikalahkan dan lanjut ke level berikutnya dengan menjawab pertanyaan tentang materi Sistem Periodik Unsur. Selanjutnya, media divalidasi oleh ahli materi dan ahli media untuk mengetahui tingkat kelayakan game edukatif.

Tabel 2. Hasil Validasi Ahli Materi

Aspek yang dinilai	Penilaian
Kesesuaian Materi	20
Penyajian	19
Kemenarikan	10
Kebahasaan	10
Skor yang diperoleh	59
Skor maksimal	60
Rata-rata	4.92
Persentase	98%
Keterangan	Sangat Sesuai

Hasil validasi materi memperoleh nilai rata-rata 4.92 dan persentase sebesar 98% dengan kategori “Sangat Sesuai”

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Media

Aspek yang dinilai	Penilaian	
	V1	V2
Desain Tampilan	30	28
Desain dan Layout	29	29
Kualitas <i>Game</i> edukatif	15	15
Skor yang diperoleh	74	72
Skor maksimal	75	75
Rata-rata	4.94	4.83
Persentase	99%	96%
Keterangan	Sangat Valid	Sangat Valid

Hasil validasi media oleh validator pertama memperoleh nilai rata-rata 4.94 dan persentase sebesar 99% dengan kategori sangat valid, sedangkan validator kedua memperoleh nilai rata-rata 4.83 dan persentase sebesar 96% dengan kategori “Sangat Valid”. Setelah itu dilakukan uji praktikalitas kepada orang peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Rao.

Tabel 4. Hasil Uji Praktikalitas

Aspek yang dinilai	Penilaian
Tampilan	367
Penyajian Materi	378
Kualitas <i>Game</i> edukatif	377
Skor yang diperoleh	1122
Skor maksimal	1200
Rata-rata	4.67
Persentase	94%
Keterangan	Sangat Praktis

Hasil uji praktikalitas memperoleh nilai rata-rata 4.67 dan persentase sebesar 94% dengan kategori “sangat praktis”. Hal ini menunjukkan bahwa game edukatif SISPERSUR sangat praktis digunakan dalam pembelajaran Kimia.

Tahap Disseminate (Penyebaran)

Pada tahap disseminate, game yang telah dikembangkan disebarakan kepada guru Kimia dan peserta didik kelas X dalam lingkup terbatas. Pada tahap ini dilakukan uji efektivitas untuk melihat apakah game yang dikembangkan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran melalui angket atau feedback guru dan peserta didik setelah menggunakan terkait ketertarikan, penggunaan serta manfaat game. Penyebaran dilakukan di SMA Negeri 1 Rao Utara dan SMA Negeri 1 Padang Gelugur.

Tabel 5. Hasil Efektivitas Guru

Aspek yang dinilai	Penilaian	
	Guru 1	Guru 2
Kualitas Produk	25	24
Manfaat dan Penggunaan	24	23
Skor yang diperoleh	49	47
Skor maksimal	50	50
Rata-rata	4.9	4.7
Persentase	98%	94%
Keterangan	Sangat Efektif	Sangat Efektif

Hasil uji efektivitas guru 1 yaitu guru kimia SMA Negeri 1 Rao Utara memperoleh nilai rata-rata 4.9 persentase 98% dengan kategori “sangat efektif”. sedangkan guru 2 yaitu guru kimia SMA Negeri 1 Padang Gelugur memperoleh nilai rata-rata 4.7 dan persentase 94% dengan kategori “sangat efektif”. Setelah itu, dilakukan penyebaran angket uji efektivitas pada 20 orang peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Rao Utara dan 20 orang peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Padang Gelugur.

Tabel 6. Hasil Uji Efektivitas Siswa

Aspek yang dinilai	Penilaian	
	SMA 1	SMA 2
Daya Tarik Kualitas Produk	368	373
Manfaat dan Penggunaan	282	290
Skor yang diperoleh	650	663
Skor maksimal	700	700
Rata-rata	4.65	4.75
Persentase	93%	95%
Keterangan	Sangat Efektif	Sangat Efektif

Hasil uji efektivitas peserta didik di SMA Negeri 1 Rao Utara memperoleh nilai rata-rata 4.65 persentase 93% dengan kategori “Sangat Efektif” sedangkan hasil efektivitas di SMA Negeri 1 Padang Gelugur memperoleh nilai rata-rata 4.75 dan persentase 95% dengan kategori “Sangat Efektif.” Hasil uji efektivitas guru dan peserta didik menunjukkan bahwa game edukatif SISPERSUR efektif untuk digunakan dalam pembelajaran.

Pembahasan

Game edukatif SISPERSUR merupakan salah satu media pembelajaran yang dikembangkan sebagai media pendukung dalam pembelajaran Kimia materi Sistem Periodik Unsur. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan game edukatif yang dapat digunakan dalam pembelajaran Kimia untuk mengatasi kurangnya minat dan ketertarikan peserta didik terhadap mata pelajaran kimia. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijabarkan, game edukatif SISPERSUR pada mata pelajaran kimia kelas X SMA/Sederajat dinyatakan sangat layak digunakan di dalam pembelajaran. Hal ini dikarenakan game yang telah dikembangkan telah memenuhi kriteria penilaian validitas, praktikalitas dan efektivitas baik dari segi isi, tampilan maupun kualitas game edukatif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa game edukatif SISPERSUR memiliki tingkat validitas, praktikalitas dan efektivitas yang sangat tinggi. Hasil validasi materi memperoleh nilai rata-rata 4.92 dan persentase sebesar 98% dan validator media I memperoleh nilai rata-rata 4.94 dan persentase sebesar 99% dan validator media II memperoleh nilai rata-rata 4.83 dan persentase sebesar 96%. Hal ini menunjukkan bahwa game edukatif yang ditampilkan telah memenuhi aspek tampilan, penyajian materi dan kualitas game edukatif serta bahasa yang mudah dipahami. Sementara itu, hasil uji praktikalitas memperoleh nilai rata-rata 4.67 dan persentase sebesar 94%. dan hasil uji efektivitas pada guru I memperoleh nilai rata-rata 4.9 dan persentase sebesar 98%, pada guru II memperoleh nilai rata-rata 4.7 dan persentase sebesar 94%. Serta hasil efektivitas pada SMA I memperoleh nilai rata-rata 4.65 dan persentase sebesar 93%, hasil efektivitas pada SMA II memperoleh nilai rata-rata 4.75

dan persentase sebesar 95%. Sebagai media pembelajaran yang dikembangkan, game edukatif menunjukkan hasil yang sangat baik berdasarkan uji validitas, uji praktikalitas dan uji efektivitas. Dengan demikian, dapat mengindikasikan bahwa game tidak hanya layak dari segi media dan materi tapi juga mudah digunakan dan memberikan suasana pembelajaran yang menarik dan menyenangkan. Dengan demikian, Game Edukatif SISPERSUR dapat menjadi salah satu solusi alternatif untuk mendukung proses pembelajaran pada mata pelajaran Kimia.

Temuan validitas, praktikalitas, dan efektivitas yang tinggi pada SISPERSUR sejalan dengan kecenderungan hasil penelitian terdahulu mengenai permainan edukatif pada materi tabel periodik. Yang dan Choi (2023) melaporkan bahwa permainan Mendelev's Cards membantu siswa memahami logika penyusunan tabel periodik, sementara Franco-Mariscal dkk. (2024) menemukan persepsi positif siswa SMA di Spanyol terhadap serangkaian permainan tabel periodik dibandingkan tugas kelas konvensional. Girón-Gamero dan Franco-Mariscal (2023) juga menunjukkan bahwa permainan Atomizados meningkatkan pemahaman struktur atom pada siswa yang mengalami kesulitan belajar. Secara lebih umum, meta-analisis Lei dkk. (2022) dan Zeng dkk. (2024) menegaskan bahwa pembelajaran berbasis permainan berpengaruh positif terhadap capaian sains dan motivasi. Dengan demikian, hasil penelitian ini memperkuat bukti empiris tersebut sekaligus melengkapinya dengan konteks permainan digital berbasis misi-dan-tantangan yang dikembangkan sesuai kurikulum kimia SMA di Indonesia.

Secara teoretis, tingginya penilaian terhadap SISPERSUR dapat dijelaskan melalui prinsip pembelajaran multimedia dan pembelajaran berbasis permainan. Penyajian materi Sistem Periodik Unsur yang bersifat abstrak melalui kombinasi visual, audio, dan interaksi berbasis misi memungkinkan pemrosesan informasi secara ganda (verbal dan visual) sehingga memudahkan pembentukan pemahaman konsep. Mekanik permainan berupa pengumpulan ikon unsur, tantangan per level, dan umpan balik langsung diduga meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar, yang menjadi salah satu faktor mediasi antara penggunaan permainan dan hasil belajar sebagaimana dilaporkan Li dkk. (2023). Interpretasi ini menjelaskan mengapa aspek kemenarikan dan kualitas permainan memperoleh penilaian tinggi dari validator maupun pengguna.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu dikemukakan secara jujur. Pertama, indikator validitas, praktikalitas, dan efektivitas dalam penelitian ini bersumber pada penilaian dan persepsi ahli, guru, serta peserta didik, bukan pada pengukuran hasil belajar (learning outcome) secara objektif. Oleh karena itu, klaim mengenai peningkatan ketertarikan belajar sebaiknya dimaknai sebagai indikasi awal, bukan sebagai bukti kausal. Kedua, penelitian ini tidak menggunakan kelompok kontrol maupun desain pre-post sehingga ancaman terhadap validitas internal belum sepenuhnya dikendalikan. Ketiga, jumlah subjek dan cakupan sekolah yang terbatas membatasi generalisasi (generalizability) temuan. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan desain kuasi-eksperimen dengan kelompok kontrol dan pengukuran hasil belajar yang terukur, serta melibatkan sampel yang lebih besar dan beragam untuk menguji efektivitas pembelajaran secara lebih kuat.

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, Game Edukatif SISPERSUR yang dikembangkan Menggunakan model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate) telah memenuhi kriteria kelayakan. Hal ini ditunjukkan dari hasil validasi materi yang memperoleh nilai rata-rata 4.92 dan persentase sebesar 98% dengan kategori "sangat sesuai". Serta uji validasi media validator I yang memperoleh nilai rata-rata 4.94 dan persentase sebesar 99% dan validasi media validator II yang memperoleh nilai rata-rata 4.83 dan persentase sebesar 96% dengan kategori "sangat valid". Selain itu, hasil uji praktikalitas yang dilakukan kepada peserta didik SMA Negeri 1 Rao memperoleh nilai rata-rata 4.67 dan persentase sebesar 94% dengan kategori "sangat praktis". Pada tahap penyebaran yang dilakukan dengan uji efektivitas pada guru dan peserta didik, hasil uji efektivitas pada guru I memperoleh nilai rata-rata 4.9 dan persentase sebesar 98% dan hasil uji efektivitas pada guru II memperoleh nilai rata-rata 4.7 dan persentase sebesar 94% dengan kategori "sangat efektif", sedangkan hasil uji efektivitas pada peserta didik SMA I memperoleh nilai rata-rata 4.65 dan persentase sebesar 93% dan hasil uji efektivitas pada peserta didik SMA II memperoleh nilai rata-rata 4.75 dan persentase sebesar 95 dengan kategori "sangat efektif". Dengan demikian, berdasarkan uji validitas, praktikalitas dan efektivitas dapat disimpulkan bahwa Game Edukatif SISPERSUR sangat layak digunakan pada mata pelajaran kimia kelas X SMA/ Sederajat dalam meningkatkan ketertarikan belajar siswa terhadap mata pelajaran kimia. Secara substantif, kontribusi penelitian ini terletak pada tersedianya rancangan permainan digital berbasis misi-dan-tantangan untuk materi Sistem Periodik Unsur yang telah teruji kelayakannya secara teknis. Perlu ditegaskan bahwa temuan penelitian ini membuktikan validitas, praktikalitas, dan efektivitas produk berdasarkan penilaian ahli serta persepsi guru dan peserta didik, bukan peningkatan hasil belajar yang diukur secara objektif. Klaim mengenai peningkatan ketertarikan belajar karena itu bersifat indikatif dan memerlukan pembuktian lebih lanjut melalui desain pre-post atau eksperimental. Penelitian lanjutan disarankan

mengukur learning outcome secara terukur untuk memperkuat kontribusi teoretis SISPERSUR bagi pengembangan media pembelajaran kimia berbasis permainan. Penelitian ini merekomendasikan agar game edukatif SISPERSUR pada mata pelajaran kimia dimanfaatkan sebagai variasi media pembelajaran kimia. Selain itu, peserta didik diharapkan dapat menggunakan game edukatif ini sebagai media pembelajaran yang mendukung pemahaman materi pada mata pelajaran kimia.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Departemen Kurikulum dan Teknologi Pendidikan, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Negeri Padang, kepada validator materi dan ahli media, serta kepada guru dan siswa SMA Negeri 1 Rao, guru dan siswa SMA Negeri 1 Rao Utara serta guru dan siswa SMA Negeri 1 Padang Gelugur atas dukungan dan kesempatan yang diberikan selama proses penelitian ini.

Referensi

- Anggi Priiliyanti, I Wayan Muderawan & Siti Maryam (2021). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Dalam Mempelajari Kimia Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Kimia Undiksha*. 5(1), 11-18.
- Ani Daniyati, Ismy Bulqis Saputri, Ricken Wijaya, Siti Aqila Septiyani, & Usep Setiawan (2023). Konsep dasar media pembelajaran. *Journal of Student Research*, 1(1), 282-294.
- Azhar Arsyad. (2013). Media Pembelajaran edisi revisi. Jakarta: Rajawali Pers, 24(4).
- Azhar Arsyad. (2019). Media Pembelajaran. Jakarta: RajaGrafindo Persada. 76-80
- Barbara Desriana & Asri Budiningsih (2018). Audiobook Pembelajaran Mata Kuliah Literatur Berdasarkan Perspektif Behavioral Untuk Meningkatkan Pemahaman Bahasa Jerman. *Jurnal Inovasi Teknologi Pendidikan*, 140-150.
- Bunyamin (2021) Belajar dan Pembelajaran. Jakarta: Upt Uhamka Press.
- Franco-Mariscal, A. J., Oliva-Martínez, J. M., & Bernal-Márquez, S. (2024). Students' perceptions about the use of educational games as a tool for teaching the periodic table of elements at the high school level. *Journal of Chemical Education*, 101(2), 382–391. <https://doi.org/10.1021/ed4003578>
- Girón-Gamero, J. R., & Franco-Mariscal, A. J. (2023). "Atomizados": An educational game for learning atomic structure. A case study with grade-9 students with difficulties learning chemistry. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 3114–3123. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00614>
- Indah Juitaningsih. (2024). Komparasi Efektivitas Metode Pembelajaran terhadap Pemahaman Konsep Kimia, 2(2).
- Lei, H., Chiu, M. M., Wang, D., Wang, C., & Xie, T. (2022). Effects of game-based learning on students' achievement in science: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 60(6), 1373–1398. <https://doi.org/10.1177/07356331211064543>
- Li, M., Ma, S., & Shi, Y. (2023). Examining the effectiveness of gamification as a tool promoting teaching and learning in educational settings: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 14, 1253549. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1253549>
- M. Riyan Rinaldi, Riduwan Napianto, M Ghufroni An'ars.(2023). *Game Edukasi Berhitung Anak Sekolah Dasar Menggunakan RPG Maker Berbasis Mobile*. *J. Teknol. dan Sist*, 4(1), 61-66.
- Muhammad Ridwansyah, Herlin Alfiana Larasati, Revi Susanti, & Agung Rahmadani .(2024). Kajian Peran Artificial Intelligence dalam Mendukung Strategi Pembelajaran Diferensiasi pada Mata Pelajaran Kimia di Sekolah, 8(1), 1–9.
- Riduwan (2015). Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Uswatun Hasanah, Islamiani Safitri, Rukiah, Marwah Nasution. (2021). Menganalisis perkembangan media pembelajaran matematika terhadap hasil belajar berbasis game. *Indonesian Journal of Intellectual Publication*, 1(3), 204-211.
- Yang, S. H., & Choi, J.-M. (2023). Mendeleev's cards: Educational game to learn Mendeleev's idea on the periodic table of elements. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4925–4932. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00719>
- Zeng, J., Sun, D., Looi, C.-K., & Fan, A. C. W. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: A comprehensive meta-analysis of studies from the year 2008 to 2023. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2478–2502. <https://doi.org/10.1111/bjet.13471>