



Kartu Permainan Kimia sebagai Media Alternatif untuk Belajar: Tinjauan Literatur

Nadila, Eny Enawaty*, Erlina, Masriani

Department of Chemistry Education, Faculty of Teacher Training and Education, Tanjungpura University, Pontianak, Indonesia

* Corresponding Author e-mail: enyenawaty@fkip.untan.ac.id

Sejarah Artikel

Diterima: 13-09-2024

Direvisi: 17-10-2024

Dipublikasi: 31-10-2024

Kata kunci: game cards; chemistry; students; learning media; perspective

Abstrak

Seiring dengan banyaknya kajian media permainan kimia dalam 5 tahun terakhir, maka tujuan dari tinjauan pustaka ini adalah untuk memberikan informasi terkini mengenai perspektif mahasiswa tentang media kartu permainan kimia. Tinjauan dilakukan dengan mencari artikel internasional dari basis data ScienceDirect, Pubmed, Mendeley Search, ERIC, ACS Publication dan Springer Link yang terkait dengan artikel yang diterbitkan antara Januari 2019 dan September 2024. Untuk memastikan kesimpulan berdasarkan bukti berkualitas tinggi dengan studi longitudinal dengan sampel >500 artikel dalam 5 tahun terakhir, pencarian menghasilkan 6.779 artikel dari 6 database. Dengan total 23 artikel dengan mata pelajaran siswa dan 18 artikel dengan subjek siswa yang mengungkapkan pendapatnya tentang permainan kimia dan 2 artikel dengan subjek artikel ulasan. Secara keseluruhan, mahasiswa dan mahasiswa menyatakan bahwa kegiatan permainan kimia efektif sebagai alternatif media pembelajaran yang menyenangkan untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi dan hasil belajar siswa. Namun, dalam tinjauan ini, ditemukan bahwa penggunaan game yang terintegrasi dengan internet lebih sedikit di sekolah menengah dibandingkan di universitas. Sementara itu, penggunaan permainan kimia tanpa integrasi internet di SMA dan perguruan tinggi relatif sama. Secara keseluruhan, perspektif mahasiswa dan mahasiswa menunjukkan sikap positif terhadap permainan kimia.

Chemistry Game Cards as an Alternative Media for Learning: A Literature Review

Article History

Received: 13-09-2024

Revised: 17-10-2024

Published: 31-10-2024

Keywords: game cards; chemistry; students; learning media; perspective

Abstract

Along with many chemical game media studies in the last 5 years, therefore the purpose of this literature review is to provide the latest information regarding student perspectives on chemical game card media. The review was conducted by searching international articles from ScienceDirect, Pubmed, Mendeley Search, ERIC, ACS Publication and Springer Link databases related to articles published between January 2019 and September 2024. To ensure conclusions based on high-quality evidence with longitudinal studies with a sample of >500 articles within the last 5 years, the search resulted in 6,779 articles from 6 databases. With a total of 23 articles with student subjects and 18 articles with student subjects who expressed their opinions about chemistry games and 2 articles with review article subjects. Overall, students and university students stated that chemistry game activities are effective as an alternative fun learning media to increase student engagement, motivation and learning outcomes. However, in this review, it was found that the use of games integrated with the internet was less in secondary schools than in universities. Meanwhile, the use of chemistry games without internet integration in high school and college is relatively the same. Overall, the perspectives of students and college students showed a positive attitude towards chemistry games.

How to Cite: Nadila, N., Enawaty, E., Erlina, E., & Masriani, M. (2024). Chemistry Game Cards as an Alternative Media for Learning: A Literature Review. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(5), 1058-1066. doi:<https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i5.13130>



PENDAHULUAN

Sejak tahun 2000-an penggunaan permainan dalam pendidikan meningkat (Ekin, Polat, & Hopcan, 2023) sebagai salah satu pendekatan yang telah mendapatkan perhatian signifikan di kalangan sains dan kimia akademisi dan praktisi pendidikan adalah penggunaan permainan sebagai alternatif pembelajaran yang jarang, dan sulit dipelajari di berbagai tingkat pendidikan (Badajos, Obsioma, Tunggal, & Walag, 2023), (da Silva Júnior et al., 2023) karena materi kimia menjadi tantangan karena sifat materi pelajaran yang kompleks dan abstrak (Tursyngozhayev, Kavak, & Akhmetov, 2024) yang menyebabkan rendahnya hasil belajar peserta didik. Permainan merupakan aktivitas belajar yang aktif (Tsay, Kofinas, Trivedi, & Yang, 2020), konstruktif, dan menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan (Badajos et al., 2023), (Byusa, Kampire, & Mwesigye, 2022) sebagai alternatif media pembelajaran untuk memecahkan masalah kesulitan belajar yang dialami peserta didik (da Silva Júnior, Melo Leite Junior, et al., 2024), (da Silva Júnior et al., 2021) sehingga dapat meningkatkan hasil belajar kimia siswa.

Permainan kartu terbukti efektif membantu peningkatan pemahaman kosnsep kimia peserta didik (Tsai, Chen, Chang, & Liu, 2020). Dalam penelitian (da Silva Júnior et al., 2021) menyatakan peserta didik suka menggunakan permainan sebagai alat pelengkap alat pendidikan dalam proses pembelajaran. Selain itu permainan dapat meningkatkan motivasi belajar dan pemahaman konseptual peserta didik tentang materi kimia (Byusa, Kampire, & Mwesigye, 2022). Permainan juga dapat memengaruhi, mempertahankan dan mendorong permainan melalui aplikasi gamifikasi (Welbers et al., 2019) dan membantu memperkuat konsep dasar kimia dan pengetahuan ilmiah umum peserta didik (Reina, García-Ortega, Gracia-Mora, Marín-Becerra, & Reina, 2022). Meskipun ada banyak penelitian tentang penggunaan permainan, masih kurang kajian yang berfokus pada perspektif siswa dan dalam konteks pembelajaran kimia, Untuk melengkapi mata rantai yang hilang tersebut, penelitian ini mengkaji perspektif siswa dan mahasiswa terhadap kartu permainan kimia.

Penggunaan alat bantu seperti permainan dalam pendidikan, khususnya dalam pembelajaran kimia, memiliki peranan penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang menyenangkan, konstruktif, dan efektif. Materi kimia sering kali bersifat abstrak dan kompleks, yang menyebabkan banyak peserta didik kesulitan memahami konsep-konsep dasar. Oleh karena itu, pendekatan yang inovatif dan interaktif diperlukan untuk membantu mengatasi tantangan dalam mengkaji konten kimia (Hulyadi et al., 2024; Sukarma et al., 2024). Permainan, baik dalam bentuk fisik maupun digital, mampu menarik perhatian dan meningkatkan keterlibatan peserta didik. Menurut Tsay et al. (2020), permainan mempromosikan aktivitas belajar yang aktif dan konstruktif, yang pada akhirnya memperkuat pemahaman konsep secara mendalam. Ketika peserta didik merasa terlibat dan tertarik, mereka cenderung lebih mudah menerima informasi, yang dapat membantu mereka mengatasi hambatan belajar yang biasanya ditemui dalam mata pelajaran kimia.

(Hulyadi et al., 2023) melaporkan kimia dikenal sebagai salah satu mata pelajaran yang rumit karena melibatkan konsep-konsep yang abstrak seperti atom, molekul, dan reaksi kimia. Dengan menggunakan permainan sebagai alat bantu pembelajaran, konsep-konsep ini dapat disajikan secara lebih konkret dan visual. Misalnya, permainan kartu yang dirancang dengan ilustrasi visual unsur-unsur kimia atau reaksi dapat membantu peserta didik memahami dan mengingat konsep dengan lebih baik (Tsai et al., 2020). Motivasi adalah salah satu faktor kunci yang memengaruhi keberhasilan proses belajar. Dengan mengintegrasikan permainan, proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan menyenangkan, yang secara tidak langsung dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Byusa, Kampire, & Mwesigye (2022), peserta didik yang terlibat dalam permainan menunjukkan peningkatan motivasi belajar dan pemahaman konseptual yang lebih baik terhadap materi kimia. Permainan mendorong peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam proses belajar, yang berarti mereka tidak hanya menerima informasi secara pasif, tetapi juga memproses dan menggunakan informasi tersebut untuk memecahkan masalah. Ini sejalan dengan teori konstruktivisme, di mana peserta didik membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman dan interaksi. Permainan dapat menciptakan situasi di mana peserta didik harus memecahkan masalah kimia atau merancang solusi, yang memperkuat keterampilan berpikir kritis mereka (Badajos et al., 2023).

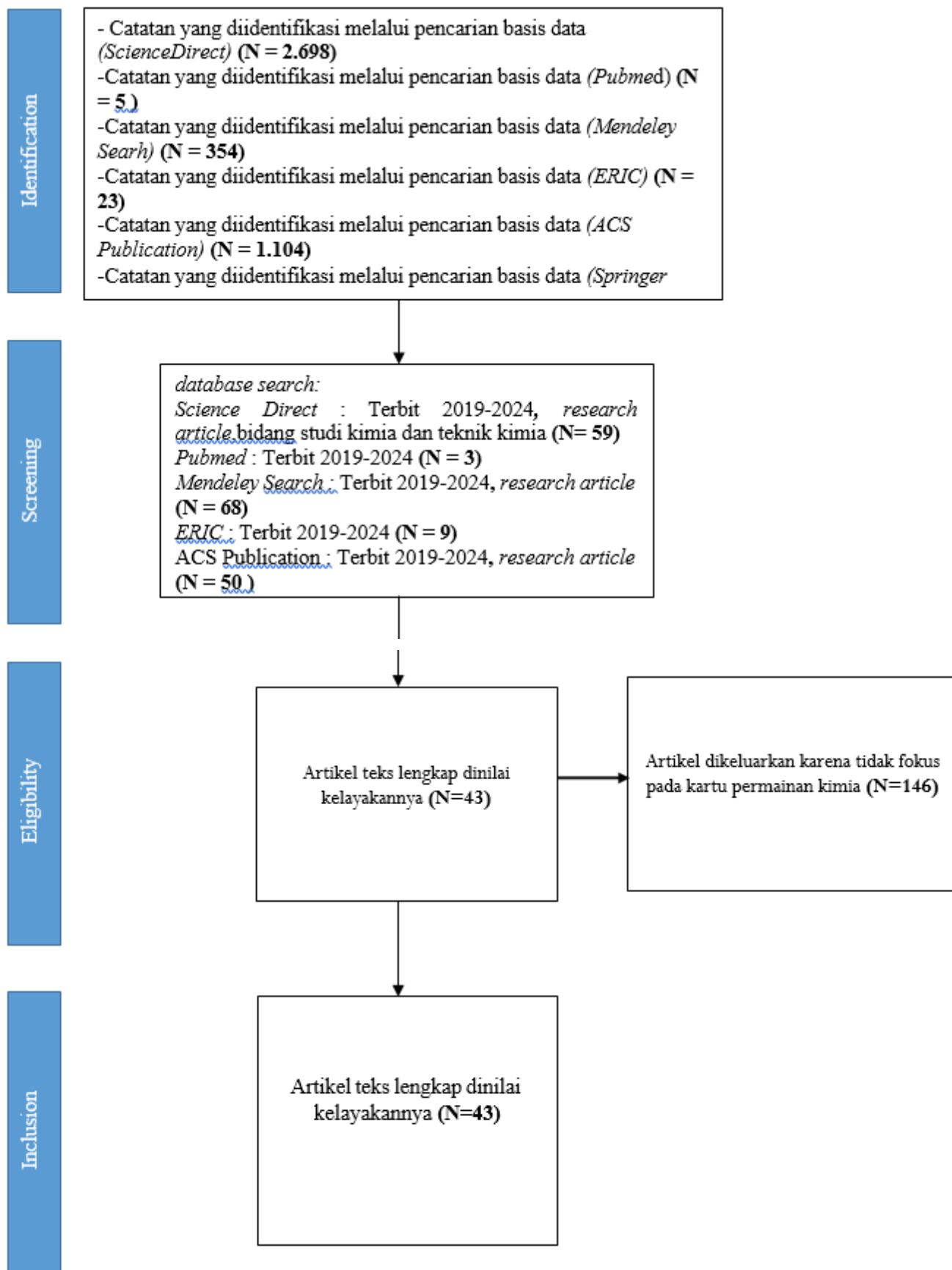
Penggunaan permainan juga terbukti efektif dalam memperkuat pemahaman konseptual dan meningkatkan retensi jangka panjang. Menurut penelitian Reina et al. (2022), permainan dapat membantu memperkuat konsep dasar kimia dan pengetahuan ilmiah umum peserta didik. Dengan melibatkan berbagai indra dan memanfaatkan pendekatan interaktif, peserta didik lebih mungkin untuk mengingat informasi dan menghubungkannya dengan konsep-konsep lain yang telah mereka pelajari. Dengan perkembangan teknologi, gamifikasi—yaitu penerapan elemen-elemen permainan dalam konteks non-permainan—telah menjadi salah satu pendekatan populer dalam pendidikan.

Aplikasi berbasis gamifikasi tidak hanya meningkatkan keterlibatan peserta didik, tetapi juga memungkinkan mereka untuk mengukur kemajuan belajar mereka sendiri dan memperoleh umpan balik secara langsung (Welbers et al., 2019). Ini menciptakan suasana kompetitif yang sehat dan memberi insentif bagi peserta didik untuk terus belajar. Dalam penelitian yang dilakukan oleh da Silva Júnior et al. (2021), peserta didik yang menggunakan permainan dalam pembelajaran kimia mengalami peningkatan hasil belajar yang signifikan dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Permainan memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep dengan cara yang lebih menyenangkan dan interaktif, yang pada akhirnya berkontribusi pada peningkatan prestasi akademis mereka.

Secara keseluruhan, permainan sebagai alat bantu pembelajaran menawarkan banyak keuntungan dalam konteks pendidikan kimia. Mereka tidak hanya membantu mengatasi tantangan dalam memahami konsep yang abstrak dan kompleks, tetapi juga menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan bermakna bagi peserta didik. Permainan, terutama yang dirancang dengan baik, dapat menjadi solusi efektif untuk meningkatkan hasil belajar dan mengurangi kesulitan belajar peserta didik di berbagai tingkat pendidikan.

METODE

Penelitian ini menggunakan tinjauan sistematis dan pedoman Meta-Analisis (PRISMA) (Moher et al., 2009). Strategi pencarian dengan mencari artikel-artikel yang terbit antara Januari 2019- September 2024 di *database* elektronik (*PUBMED*, *ScienceDirect*, *Mendeley Search*, *ACS Publication*, *Springer Link*, dan *ERIC*) dengan menggunakan kata kunci *chemistry card game*. Judul dan abstrak dicari dan diidentifikasi untuk menambah informasi tambahan. Penelitian dibatasi dengan kriteria inklusi : (1) studi yang melaporkan permainan kartu kimia; (2) terbit 5 tahun terakhir; (3) jurnal penelitian; (4) bidang studi kimia dan teknik kimia. Penyaringan dan ekstraksi data yaitu semua artikel dari *database* elektronik kemudian dipindahkan ke perangkat lunak pengolah referensi (*mendeley reference*) dan duplikatnya dihilangkan (Lampiran 1). Proses seleksi artikel dengan menyaring judul artikel yang relevan, diikuti abstrak dan teks lengkap berdasarkan kriteria inklusi. Semua artikel yang memenuhi kriteria dimasukkan ke dalam tinjauan ini. Sebanyak 43 jurnal artikel yang dianggap sesuai kriteria inklusi dengan 23 artikel bersubjek mahasiswa dan 18 artikel bersubjek pendapat siswa tentang kartu permainan kimia dan 2 artikel bersubjek tinjauan pustaka.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian PRISMA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peneliti mengidentifikasi 6.779 artikel (*ScienceDirect, Pubmed, Mendeley search, ERIC, ACS Publication dan Springer Link*) dan sebanyak 6.736 artikel dikeluarkan karena tidak memenuhi kriteria inklusi seperti yang telah dijelaskan. Pembaca dapat merujuk ke gambar 1 untuk diagram alir yang digunakan dalam mempermudah proses pencarian dan jumlah artikel yang diperoleh setiap langkah. Artikel yang didapat kemudian dikelompokkan dan dijadikan rujukan dalam tinjauan yang membahas tentang media permainan kimia berbentuk fisik dan/atau diintegrasikan dengan internet beserta dampaknya pada siswa dan mahasiswa. Sebanyak 44 artikel dengan 23 artikel bersubjek mahasiswa dan 18 artikel bersubjek siswa yang menyatakan pendapatnya tentang permainan kimia dan 3 artikel bersubjek artikel tinjauan *review*. Artikel penelusuran yang memenuhi kriteria inklusi disajikan dalam tabel 1.

Tabel 1. Artikel Penelusuran Yang Memenuhi Kriteria Inklusi

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
1.	(Ekin et al., 2023) <i>Drawing the big picture of games in education: A topic modeling-based review of past 55 years</i>	4980 publikasi diambil sebagai kumpulan data eksperimental yang diindeks oleh basis data SCOPUS pada periode 1968 hingga pertengahan 2021	Teknik penambangan teks	Tahun 2000-an penggunaan permainan dalam Pendidikan meningkat pesat pesat sejak penggunaan internet
2.	(Sabirli & Coklar, 2020) <i>The effect of educational digital games on education, motivation and attitudes of elementary school students against course access</i>	90 siswa yang belajar di sekolah dasar negeri pada tahun ajaran 2017-2018	Pretest-posttest kelompok kontrol kuasi-eksperimental Model	Permainan edukatif menyebabkan peningkatan yang signifikan dalam prestasi belajar siswa. Dengan demikian permainan digital berdampak pada peningkatan motivasi siswa untuk kursus.
3.	(Hartt, Hosseini, & Mostafapour, 2020) <i>Game On: Exploring the Effectiveness of Game-based Learning</i>	60 mahasiswa	Dua metode pengajaran yang berbeda (satu gaya kuliah tradisional, satu berbasis permainan).	Mahasiswa menyukai dan lebih terlibat aktif dalam kuliah dengan permainan sehingga gamifikasi sangat cocok untuk perencanaan pendidikan.
4.	(Tsay et al., 2020) <i>Overcoming the novelty effect in online gamified learning systems: An empirical evaluation of student engagement and performance</i>	333 siswa untuk kelompok perlakuan dan 175 dalam kelompok kontrol	Desain penelitian metode campuran	Siswa terlibat aktif dan berprestasi lebih baik dalam kondisi belajar menggunakan gamifikasi dibandingkan dengan yang tidak gamifikasi.
5.	(Welbers et al., 2019) <i>Gamification as a tool for engaging student learning: A</i>	Mahasiswa Universitas	Eksperimen lapangan	Property atau alat permainan dapat memengaruhi,

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
	<i>field experiment with a gamified app</i>	Belanda (N = 101)		mempertahankan dan mendorong permainan melalui aplikasi gamifikasi
6.	(Byusa et al., 2022). <i>Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature</i>	57 jurnal terindeks Scopus	Metode tinjauan sistematis.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa permainan edukasi meningkatkan pemahaman konseptual siswa tentang kimia dan meningkatkan motivasi mereka untuk belajar dan bersenang-senang sambil memahami konten yang dipelajari.
7.	(da Silva et al., 2021) <i>HSG400 – Design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding chemistry and chemical engineering students in the review of stereochemistry during and after the COVID-19 pandemic</i>	25 siswa (6 kelompok) Dari università degli studi di genova di italia dan 63 mahasiswa (13 kelompok) dari universitas federal ceará di brasil rata-rata adalah 23 menit.	Penelitian dan pengembangan	Hasil yang cukup positif yang diperoleh dari penilaian diri mahasiswa mengungkapkan bahwa mereka merasa permainan tersebut berkontribusi pada pembelajaran mereka saat bermain.
8.	(da Silva Júnior et al., 2021) <i>Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions.</i>	40 mahasiswa sarjana Farmasi yang menggunakan aplikasi tersebut pada semester kedua tahun 2020 di Universitas Federal Ceará	Penelitian dan pengembangan	Mahasiswa mengungkapkan bahwa suka menggunakan permainan tersebut sebagai alat pendidikan pelengkap yang dapat membantu dalam studinya
9.	(Bell, Martinez-Ortega, & Birkenfeld, 2020) <i>Organic Chemistry i Cassino: A Card Game for Learning Functional Group Transformations for First-Semester Students</i>	25 siswa dari semester kedua organik II	Pengembangan dan implantasi	85% siswa bersedia menerapkan permainan Cassino sebagai strategi peninjauan, dan tidak ada yang menganggapnya "membuang-buang waktu", sedangkan 54% cenderung memasukkan lembar ulasan sebagai alat belajar. Penilaian tersebut dengan jelas menunjukkan kegunaan permainan dalam

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
				mempromosikan studi tentang Transformasi kelompok organik dengan cara yang menyenangkan dan interaktif.
10.	.(Mohanam & Holton, 2020) <i>Intermolecular Forces Game: Using a Card Game to Engage Students in Reviewing Intermolecular Forces and Their Relationship to Boiling Points</i>	Mahasiswa	Pengembangan dan implementasi	Secara keseluruhan, ada peningkatan signifikan ($p < 0,001$) dalam respons tes, terutama peningkatan 10,6% ($p = 0,0015$) dalam respons yang benar untuk pertanyaan 6 yang memerlukan keterampilan berpikir kritis. Peningkatan hasil pembelajaran menunjukkan manfaat pembelajaran yang signifikan dengan memasukkan permainan ke dalam mata kuliah pengantar yang membahas IMF.
11.	(Mahartika et al., 2020) <i>A Modification of UNO Games: "Chemuno Card Games (CCG)" Based on "Chemistry Triangle" to Enhance Memorization of the Periodic Table</i>	Siswa menengah atas dan Guru	Penelitian dan Pengembangan	Chemuno mampu memotivasi, menumbuhkan semangat belajar, dan mengasah pemahaman siswa
12.	(Tsai, Chen, Chang, & Liu, 2020b) <i>Element enterprise tycoon: Playing board games to learn chemistry in daily life</i>	Siswa sekolah menengah	Penelitian dan pengembangan	Meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep kimia dengan Tingkat pemahaman rata-rata meningkatkan aktivitas dalam konsep Teknik dan menyatakan permainan ini menarik.
13.	.(da Silva et al., 2021). <i>HSG400 – Design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding chemistry and chemical engineering students in the review of stereochemistry during and after the COVID-19 pandemic</i>	58 mahasiswa S1 Brasil dari empat program studi (Farmasi, Agronomi, Teknik Kimia, dan Kimia) dari Universitas Federal Ceará dan 121 mahasiswa Ilmu Biologi	Penelitian dan pengembangan	Permainan Stereokimia Hibrida (HSG400) menggabungkan suasana kolaboratif dan menyenangkan dari permainan papan tradisional dengan teknologi telepon pintar, sehingga membuatnya lebih dinamis menjadi alat pendidikan

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
		Prancis dari Universitas Montpellier, 25 mahasiswa dari Università Degli Studi di Genova di Italia, serta 63 mahasiswa dari Universitas Federal Ceará di Brasil		
14.	(S. Y. Chen, Tsai, Liu, & Chang, 2021) <i>The effect of a scientific board game on improving creative problem solving skills</i>	48 siswa berusia 16 dan 17 tahun yang direkrut dari dua sekolah menengah atas di Taiwan utara.	Penelitian dan pengembangan	Dengan menggabungkan elemen permainan ke dalam pembelajaran konsep penting di bidang kimia, Sebagian besar siswa mengalami peningkatan keterampilan creative problem solving
15.	(Mahardhika, Santoso, & Alfath, 2021) <i>Paruman The Khemion Master: Learning Chemistry Periodic table with Trading Card game</i>	Siswa	Penelitian dan pengembangan	Permainan dengan media kartu Kartu permainan yang diintegrasikan dengan teknologi membuat siswa tertarik dan senang.
16.	(Buendía-Atencio, Pieffet, & Lorett Velásquez, 2022) <i>WERNER: A Card Game for Reinforcement Learning of Inorganic Chemistry Nomenclature</i>	Mahasiswa	Penelitian dan pengembangan	Mahasiswa menyatakan kartu permainan WERNER pada materi anorganik menarik dan mahasiswa senang menggunakan sebagai alat edukasi
17.	(Putera, Hadi, & Aisyah, 2022). <i>The Development of Web-Based UNO Card Game on Elements of Chemistry Topic Integrated with Local Madura Wisdom</i>	25 siswa kelas XII di salah satu MA dan SMA di Kabupaten Sampang dan Pamekasan	Penelitian dan pengembangan	Kartu permainan UNO kimia unsur menjadi alat mempermudah siswa belajar pada materi kimia unsur
18.	(García-Ortega et al., 2022) <i>MET-Organic: A Multilevel Card Game to Promote the Learning of Organic Chemistry Nomenclature</i>	60 mahasiswa Facultad de Química di Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	Penelitian dan pengembangan	Kartu permainan Met-organik membantu mahasiswa untuk memperkuat kimia dasar dan pengetahuan ilmiah secara signifikan.
19.	(Sinaga, Nurhamidah, & Handayani, 2022)	Kelas X MIPA 2 dan 3	Eksperimen semu	Media kartu permainan Trut Or Dare secara

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
	<i>Perbandingan Hasil Belajar Kimia Siswa Menggunakan Kartu Truth And Dare Dengan Pembelajaran Konvensional</i>			signifikan meningkatkan hasil belajar siswa
20.	(Roy, Gasca, & Winum, 2023) <i>Chem'Sc@pe: an Organic Chemistry Learning Digital Escape Game</i>	70 mahasiswa kimia tahun pertama Universitas Montpellier (Prancis)	Penelitian dan pengembangan	Para mahasiswa menikmati permainan, kartu mudah dimainkan, dan menilai aktivitas gamifikasi sangat baik untuk membentuk pengalaman belajar yang bermakna.
21.	(da Silva Júnior et al., 2024) <i>Design, Implementation, and Evaluation of a Students' Review of the Resonance of Organic Compounds</i>	Mahasiswa pada mata kuliah pengantar kimia organik di universitas-universitas di Brasil dan Italia	Penelitian dan pengembangan	Aktivitas permainan sebagai alternatif pemecahan untuk masalah kesulitan belajar.
22.	(Sen, 2021) <i>Chemistdice: A Game for Organic Functional Groups</i>	Mahasiswa kimia umum tahun pertama	Penelitian dan pengembangan	Alat yang efektif dan menghibur untuk mempelajari klasifikasi dan nomenklatur senyawa kimia organik
23.	(Da Silva Júnior et al., 2020) <i>Reactions: An Innovative and Fun Hybrid Game to Engage the Students Reviewing Organic Reactions in the Classroom</i>	68 mahasiswa S1 Kimia Organik (B) dari Brasil Dari enam mata kuliah yang berbeda dari universitas kami dan 45 mahasiswa Kimia Organik (F) dari Prancis	Penelitian dan pengembangan	Permainan sangat membantu sebagai alat didaktik dalam membantu mahasiswa meninjau reaksi organik.
24.	(da Silva Júnior, Melo Leite Junior, et al., 2024a) <i>Design, Implementation, and Evaluation of a Web-Based Board Game for Aiding Students' Review of the Resonance of Organic Compounds</i>	Mahasiswa	Penelitian dan pengembangan	Permainan papan berbasis web positif sebagai alternatif untuk kelas pemecahan masalah tradisional.
25.	(Tursyngozhayev et al., 2024) <i>Enhancing Chemistry Education for Students through a</i>	Siswa menengah	Penelitian dan pengembangan	Pengajaran dan pembelajaran kimia dapat menjadi tantangan karena sifat materi

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
	<i>Novel Card Game: Compound Chain</i>			pelajaran yang kompleks dan abstrak. Metode pengajaran tradisional sering kali kesulitan untuk melibatkan siswa dan memfasilitasi pemahaman konsep kimia yang penting. menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman siswa, kemampuan memecahkan masalah, dan kesenangan terhadap mata pelajaran. Lebih jauh, siswa melaporkan apresiasi yang lebih besar terhadap keterkaitan konsep kimia. Temuan ini menunjukkan potensi “Rantai Senyawa” sebagai alat pendidikan yang inovatif dan interaktif yang dapat melengkapi pembelajaran tradisional.
26.	(Debit, Bacoba, Tabanao, & Walag, 2024) <i>Gamesbond: A Game-based Supplemental Teaching Material for Ionic and Covalent Bonding</i>	Siswa menengah atas	Penelitian dan pengembangan	Permainan mendapatkan respon positif dari siswa sebagai kegiatan dikelas
27.	(Gómez Buitrago et al., 2024) <i>Amino-structure: A Card Game for Amino Acids Learning in Biochemistry Classes</i>	201 mahasiswa universitas, dari program akademik di bidang sains dan teknik,	Penelitian dan pengembangan	82,1% lulus tes pengetahuan, yang menunjukkan persentase persetujuan yang tinggi terhadap permainan sebagai alat pedagogis, pembimbing, dan motivasi diperoleh
28.	(Badajos et al., 2023) <i>Go Carb Deck: A Card Game for Teaching Classification of Simple Monosaccharides</i>	Siswa SMA	Penelitian dan pengembangan	Salah satu pendekatan yang telah mendapatkan perhatian signifikan di kalangan kimia akademisi dan praktisi pendidikan adalah penggunaan permainan. Pembelajaran berbasis sains untuk

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
				mengajarkan topik-topik yang paling jarang dipelajari dan sulit di berbagai tingkat pendidikan. Salah satu alasannya adalah karena pembelajaran ini mendorong pembelajaran aktif, konstruktif, dan menjadikan pembelajaran sains sebagai pengalaman yang menyenangkan melalui Pendidikan. Peningkatan prestasi akademik, Siswa menikmati permainan tanpa rasa bosan, meningkatkan empati dan keterlibatan dalam permainan.
29.	(Lhardy & Reina, 2024) <i>Identifications: A Battle Card Game to Learn Chemical Tests and Practice Observation and Reasoning</i>	25 siswa menengah	Penelitian dan pengembangan	Tidak hanya meningkatkan pembelajaran aktif tetapi juga membekali siswa dengan keterampilan ilmiah yang berharga, memelihara perjalanan akademis siswa dan menumbuhkan pemahaman yang lebih dalam tentang metode ilmiah
30.	(Yang & Choi, 2023) <i>Mendeleev's Cards: Educational Game to Learn Mendeleev's Idea on the Periodic Table of Elements</i>	Siswa	Penelitian dan pengembangan	Permainan adalah alat menarik yang membantu siswa mempelajari konsep dasar tabel periodik dan perkembangan historisnya.
31.	(Goldman, Coscia, & Genova, 2024) <i>Chemistree: A Novel, Interactive Chemistry Game to Teach Students about Electron Configuration</i>	Mahasiswa	Penelitian dan pengembangan	Pemahaman siswa tentang konfigurasi elektron meningkat
32.	(da Silva Júnior, Ribeiro, et al., 2024) <i>Space Race Game: A Web-Based Board Game for Aiding</i>	64 mahasiswa teknik mesin brasil	Pengembangan iklan penelitian	Permainan efektif dalam kelas untuk memecahkan masalah umum

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
	<i>Students in Reviewing Thermochemistry, Chemical Equilibrium, and Chemical Kinetics</i>			
33.	(da Silva Júnior et al., 2023) <i>CR322: A Web-Based Board Game for Aiding Students in Reviewing Chemical Reactivity</i>	Mahasiswa farmasi dan kimia di Universitas Federal Ceará di Brasil	Penelitian dan pengembangan	Permainan sebagai strategi alternatif pembelajaran
34.	(Lathwesen & Eilks, 2024) <i>Can You Make it Back to Earth? A Digital Educational Escape Room for Secondary Chemistry Education to Explore Selected Principles of Green Chemistry</i>	91 siswa sekolah menengah	Penelitian dan pengembangan.	Permainan diintegrasikan internet meningkatkan motivasi dan minat siswa.
35.	(Saithongdee & Sirirat, 2024a) <i>Learning Mole Calculation through a Board Game in an Engaging and Enjoyable Environment: Design, Implementation, and Evaluation</i>	29 siswa kelas 10	Penelitian dan pengembangan	Siswa merasa senang, aktif dan meningkatkan hasil belajar
36.	(da Silva Júnior, de Lima Castro, et al., 2024) <i>Vikings: An Online Cooperative Game for Reviewing Thermochemistry, Chemical Equilibrium, and Chemical Kinetics</i>	Siswa SMA dan Mahasiswa	Penelitian dan pengembangan	Siswa merasa permainan efektif sebagai alat didaktik yang sangat penting
37.	(Erlina et al., 2024) <i>Reconstructing perspectives: investigating how molecular geometry cards (mgcards) and molecular model building (MMB) disrupt students' alternative notions of molecular structure - a qualitative study</i>	Mahasiswa Ilmu Pengetahuan Alam tahun pertama di University of Leicester	Penelitian dan pengembangan	Siswa memiliki pemahaman yang lebih baik setelah belajar menggunakan kartu permainan karena, terlibat dalam permainan yang memberikan pengalaman menarik dalam belajar.
38.	(Brass et al., 2024) <i>The Need for SPD: A Hybridization-Based Card Game for Students on Introductory Chemistry Courses</i>	Mahasiswa kelompok-kelompok kimia di Universitas Birmingham, Inggris Raya,	Penelitian dan pengembangan	Siswa merespons baik terhadap pengalaman pembelajaran permainan

No	Penulis Dan Judul	Subjek/Populasi Sampel	Desain Dan Intervensi	Kesimpulan
		dan Universitas Xi'an Jiatong-Liverpool, Tiongkok.		
39.	(Reina et al., 2022) <i>Compounds and Molecules: Learning How to Distinguish Them through an Educational Game</i>	20 guru dan 18 mahasiswa dari Facultad de Química di Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM),	Penelitian dan pengembangan	Membantu mahasiswa dalam memperkuat konsep dasar kimia dan pengetahuan ilmiah umum
40.	(Terrell, Nickodem, Bates, Kersten, & Mernitz, 2021) <i>Game-based activities targeting visual literacy skills to increase understanding of biomolecule structure and function concepts in undergraduate biochemistry</i>	Mahasiswa	Kuasi-eksperimental	Aktivitas Permianan literasi visual dapat membangun keterampilan pada mahasiswa
41.	(Tsai et al., 2020) <i>Element enterprise tycoon: Playing board games to learn chemistry in daily life</i>	Siswa sekolah menengah	Penelitian dan pengembangan	Permianan meningkatkan pemahaman siswa materi kimia
42.	(S. Chen, Jamiatul Husnaini, & Chen, 2020) <i>Effects of games on students' emotions of learning science and achievement in chemistry</i>	114 siswa sekolah menengah di Taipei	Kuasi-eksperimental	Siswa dengan prestasi tinggi dan menengah memiliki emosi baik dengan menggunakan permainan daripada latihan konvensional.
43.	(Nkadimeng & Ankiewicz, 2022) <i>The Affordances of Minecraft Education as a Game-Based Learning Tool for Atomic Structure in Junior High School Science Education</i>	20 siswa kelas 8 yang diobservasi dan diwawancarai di sekolah swasta Afrika Selatan	Kualitatif eksplorasi	/ Siswa termotivasi, tertarik, dan tertantang untuk berpikir kritis saat berkolaborasi dan bahwa keabstrakan struktur atom berkurang

Perspektif Mahasiswa Terhadap Media Permainan Kimia

Media Permainan Kimia Diintegrasikan Dengan Internet

Studi yang termasuk ke dalam tinjauan ini, permainan sebagai strategi alternatif pembelajaran (da Silva Júnior et al., 2023) dan alternatif penyelesaian masalah kesulitan belajar (da Silva Júnior, Melo Leite Junior, et al., 2024b). Mahasiswa mengungkapkan aktivitas permainan membantu dalam memperkuat konsep dasar kimia dan pengetahuan ilmiah umum (Reina et al., 2022). Selain itu, mahasiswa juga terlibat aktif dan berprestasi lebih baik dengan menggunakan permainan (Tsay et al., 2020), menciptakan suasana kolaboratif dan menyenangkan (da Silva Júnior et al., 2021), serta memiliki kontribusi pada belajar mahasiswa saat bermain (da Silva

et al., 2021) sehingga terbentuk pengalaman pembelajaran bermakna (Roy et al., 2023). Permainan juga efektif dalam memecahkan masalah sederhana di kelas (da Silva Júnior, Ribeiro, et al., 2024), sebagai alternatif alat didaktif (Da Silva Júnior et al., 2020); (da Silva Júnior, de Lima Castro, et al., 2024) dan pemecahan masalah media ajar tradisional (da Silva Júnior, Melo Leite Junior, et al., 2024b) dengan menghubungkan teknologi *smartphone* sehingga pembelajaran lebih dinamis (da Silva et al., 2021).

Media Permainan Kimia Tidak Diintegrasikan Dengan Internet

Mahasiswa menyukai dan terlibat aktif dalam pembelajaran (Hartt et al., 2020); (Bell et al., 2020) karena memberikan pengalaman menarik dalam belajar (Erlina et al., 2024) menggunakan media permainan sehingga meningkatkan pemahaman siswa tentang materi kimia (Goldman et al., 2024); (Brass et al., 2024). Aktivitas permainan dapat membangun keterampilan (Reina et al., 2022), dan pengetahuan sebagai alat pedagogis, pembimbing serta motivasi (Gómez Buitrago et al., 2024). Permainan kimia efektif dan menghibur (Sen, 2021) serta interaktif (Bell et al., 2020) untuk memperkuat dasar kimia dan pengetahuan ilmiah (García-Ortega et al., 2022) meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan (Mohanam & Holton, 2020).

Perspektif Siswa Terhadap Media permainan Kimia

Media Permainan Kimia Diintegrasikan Dengan Internet

Permainan dengan media kartu permainan yang diintegrasikan dengan teknologi membuat siswa tertarik, (Mahardhika et al., 2021); (Nkadimeng & Ankiewicz, 2022) senang (Mahardhika et al., 2021), termotivasi (Lathwesen & Eilks, 2024); (Nkadimeng & Ankiewicz, 2022) dan meningkatkan minat siswa (Lathwesen & Eilks, 2024). Siswa mengungkapkan permainan efektif sebagai alat didaktif yang sangat penting (da Silva Júnior, de Lima Castro, et al., 2024).

Media Permainan Kimia Tidak Diintegrasikan Dengan Internet

Permainan mendapatkan respons positif dari siswa sebagai kegiatan di kelas (Debit et al., 2024). Siswa dengan prestasi tinggi dan menyatakan lebih senang menggunakan permainan daripada media konvensional (S. Chen et al., 2020). Siswa mengungkapkan aktivitas permainan meningkatkan pemahaman materi dan konsep kimia (Tsai et al., 2020a); (Tsai et al., 2020); (Mahartika et al., 2020); (Yang & Choi, 2023) dan pemahaman tentang metode ilmiah (Lhardy & Reina, 2024). Dengan menggabungkan elemen permainan ke dalam pembelajaran konsep penting di bidang kimia, Sebagian besar siswa mengalami peningkatan keterampilan *creative problem solving* (S. Y. Chen et al., 2021). Siswa merasa tidak bosan, berempati (Badajos et al., 2023), senang, aktif dan meningkatkan hasil belajar (Saithongdee & Sirirat, 2024b); (Lhardy & Reina, 2024); (Badajos et al., 2023). Tidak hanya meningkatkan keterampilan ilmiah yang berharga dan memelihara perjalanan akademis siswa (Lhardy & Reina, 2024).

Beberapa kartu permainan kimia yang diintegrasikan dengan internet seperti chemUNO mampu memotivasi, menumbuhkan semangat belajar, dan mengasah pemahaman siswa (Mahartika et al., 2020), kartu UNO berbasis Web dapat mempermudah siswa belajar pada materi kimia unsur (Putera et al., 2022), kartu permainan *Trut Or Dare* signifikan meningkatkan hasil belajar siswa (Sinaga et al., 2022) menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemahaman siswa, kemampuan memecahkan masalah, dan kesenangan terhadap mata pelajaran (Tursyngozhayev et al., 2024). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk peninjau penelitian yang diterbitkan Januari 2019- September 2024 yang menyelidiki perspektif siswa dan mahasiswa terhadap media permainan kimia yang terintegrasi dengan internet dan tidak terintegrasi internet. Berdasarkan temuan yang dikelompokkan berdasarkan

sampel yang diteliti maka dari perspektif siswa dan mahasiswa menunjukkan permainan kimia berdampak positif terhadap siswa maupun mahasiswa. Aktivitas permainan kimia efektif sebagai alternatif media pembelajaran menyenangkan untuk meningkatkan keterlibatan, motivasi dan hasil belajar siswa.

Ditinjau dari desain penelitian, jenis penelitian terbanyak yang ditemukan yaitu *research and development*, hal ini menunjukkan aktivitas permainan kimia masih menjadi trend dalam 5 tahun terakhir. Namun dalam tinjauan ini, ditemukan penggunaan permainan yang diintegrasikan dengan internet lebih sedikit di sekolah menengah daripada di perguruan tinggi. Sedangkan, penggunaan permainan kimia tanpa integrasi internet di sekolah menengah dan perguruan tinggi relatif sama.

KESIMPULAN

Secara keseluruhan perspektif siswa dan mahasiswa menunjukkan 100% sikap positif terhadap media permainan kimia, baik itu media permainan yang diintegrasikan dengan internet atau tanpa internet mendapat respons kurang lebih yang sama. Media permainan kimia menjadi salah satu alternatif media ajar yang banyak dikembangkan di tingkat perguruan tinggi dan sekolah menengah karena efektif menjadi media pembelajaran.

REKOMENDASI

Untuk menambahkan alternatif media permainan kimia, disarankan untuk penelitian selanjutnya mengembangkan permainan yang terintegrasi internet interaktif di tingkat sekolah menengah atas sesuai perkembangan teknologi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Eny Enawaty, M.Si, Erlina, M.Pd., PhD, Dr. Masriani, S.Si., M.Si., Apt dan Dr. Y. Touvan Juni Samodra, M.Pd atas bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Badajos, S. J., Obsioma, T. K. E., Tungal, T. T. W., & Walag, A. M. P. (2023). Go Carb Deck: A Card Game for Teaching Classification of Simple Monosaccharides. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4619–4624.
https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C00595/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C00595_0002.GIF
- Bell, P. T., Martinez-Ortega, B. A., & Birkenfeld, A. (2020). Organic Chemistry i Cassino: A Card Game for Learning Functional Group Transformations for First-Semester Students. *Journal of Chemical Education*, 97(6). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00995>
- Brass, R., Braithwaite, E., Edwards, H. E., Kaur, J., Kleanthous, A., Madhlangobe, T. T., ... Williams, D. P. (2024). The Need for SPD: A Hybridization-Based Card Game for Students on Introductory Chemistry Courses. *Journal of Chemical Education*. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C01204/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C01204_0011.GIF
- Buendía-Atencio, C., Pieffet, G. P., & Lorett Velásquez, V. P. (2022). WERNER: A Card

- Game for Reinforcement Learning of Inorganic Chemistry Nomenclature. *Journal of Chemical Education*, 99(5). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00166>
- Byusa, E., Kampire, E., & Mwesigye, A. R. (2022). Game-based learning approach on students' motivation and understanding of chemistry concepts: A systematic review of literature. *Heliyon*, 8(5), e09541. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2022.E09541>
- Chen, S., Jamiatul Husnaini, S., & Chen, J. J. (2020). Effects of games on students' emotions of learning science and achievement in chemistry. *International Journal of Science Education*, 42(13), 2224–2245. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1817607>
- Chen, S. Y., Tsai, J. C., Liu, S. Y., & Chang, C. Y. (2021). The effect of a scientific board game on improving creative problem solving skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41. <https://doi.org/10.1016/J.TSC.2021.100921>
- da Silva, J. N., Leite, A. J. M., Winum, J. Y., Basso, A., de Sousa, U. S., do Nascimento, D. M., & Alves, S. M. (2021). HSG400 – Design, implementation, and evaluation of a hybrid board game for aiding chemistry and chemical engineering students in the review of stereochemistry during and after the COVID-19 pandemic. *Education for Chemical Engineers*, 36, 90–99. <https://doi.org/10.1016/J.ECE.2021.04.004>
- da Silva Júnior, J. N., de Lima Castro, G., Silveira Jucá, R. C., Nunes, F. M., Janô Nobre, D., Melo Leite Junior, A. J., ... Monteiro, A. J. (2024). Vikings: An Online Cooperative Game for Reviewing Thermochemistry, Chemical Equilibrium, and Chemical Kinetics. *Journal of Chemical Education*, 101(6), 2413–2421. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C01310/SUPPL_FILE/ED3C01310_SI_002.DOCX
- da Silva Júnior, J. N., Melo Leite Junior, A. J., Alexandre, F. S. O., Monteiro, A. J., Vega, K. B., & Basso, A. (2024a). Design, Implementation, and Evaluation of a Web-Based Board Game for Aiding Students' Review of the Resonance of Organic Compounds. *Journal of Chemical Education*, 101(3). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00842>
- da Silva Júnior, J. N., Melo Leite Junior, A. J., Alexandre, F. S. O., Monteiro, A. J., Vega, K. B., & Basso, A. (2024b). Design, Implementation, and Evaluation of a Web-Based Board Game for Aiding Students' Review of the Resonance of Organic Compounds. *Journal of Chemical Education*, 101(3), 1341–1347. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C00842/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C00842_0008.GIF
- da Silva Júnior, J. N., Melo Leite Junior, A. J., Alexandre, M. C., Oliveira Alexandre, F. S., da Silva, L. L., & Winum, J. Y. (2023). CR322: A Web-Based Board Game for Aiding Students in Reviewing Chemical Reactivity. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4866–4871. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C00758/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C00758_0006.GIF
- da Silva Júnior, J. N., Ribeiro, M. E. N. P., Melo Leite Junior, A. J., de Oliveira Alexandre, M. C., Alexandre, F. S. O., & Monteiro, A. J. (2024). Space Race Game: A Web-Based Board Game for Aiding Students in Reviewing Thermochemistry, Chemical Equilibrium, and Chemical Kinetics. *Journal of Chemical Education*, 101(5), 1875–1882. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C00981/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C00981_0009.GIF

- da Silva Júnior, J. N., Sousa Lima, M. A., Ávila Pimenta, A. T., Nunes, F. M., Monteiro, Á. C., de Sousa, U. S., ... Winum, J. Y. (2021). Design, implementation, and evaluation of a game-based application for aiding chemical engineering and chemistry students to review the organic reactions. *Education for Chemical Engineers*, 34, 106–114. <https://doi.org/10.1016/J.ECE.2020.11.007>
- Da Silva Júnior, J. N., Sousa Lima, M. A., Silva De Sousa, U., Do Nascimento, D. M. E., Melo Leite Junior, A. J., Vega, K. B., ... Winum, J. Y. (2020). Reactions: An Innovative and Fun Hybrid Game to Engage the Students Reviewing Organic Reactions in the Classroom. *Journal of Chemical Education*, 97(3). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b01020>
- Debit, J. S. P., Bacoba, H. M. P., Tabanao, M. M. C., & Walag, A. M. P. (2024). GamesBond: A Game-based Supplemental Teaching Material for Ionic and Covalent Bonding. *Journal of Chemical Education*, 101(4), 1610–1617. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C01265/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C01265_0005.GIF
- Ekin, C. C., Polat, E., & Hopcan, S. (2023). Drawing the big picture of games in education: A topic modeling-based review of past 55 years. *Computers and Education*, 194. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2022.104700>
- Erlina, N., Williams, D. P., Cane, C., Hairida, N., Ulfah, M., & Wafiq, A. F. (2024). Reconstructing perspectives: investigating how molecular geometry cards (MGCards) and molecular model building (MMB) disrupt students' alternative notions of molecular structure - a qualitative study. *Chemistry Education Research and Practice*. <https://doi.org/10.1039/D3RP00038A>
- García-Ortega, H., Lhardy, C., Gracia-Mora, J., Marín-Becerra, A., Reina, M., & Reina, A. (2022). MET-Organic: A Multilevel Card Game to Promote the Learning of Organic Chemistry Nomenclature. *Journal of Chemical Education*, 99(5). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00068>
- Goldman, S., Coscia, K. A., & Genova, L. A. (2024). ChemisTree: A Novel, Interactive Chemistry Game to Teach Students about Electron Configuration. *Journal of Chemical Education*, 101(4), 1750–1757. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C00678/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C00678_0004.GIF
- Gómez Buitrago, P., Tobar-Muñoz, H., & Arteaga, D. (2024). Amino-structure: A Card Game for Amino Acids Learning in Biochemistry Classes. *Journal of Chemical Education*, 101(5), 2141–2148. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C01209/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C01209_0010.GIF
- Hartt, M., Hosseini, H., & Mostafapour, M. (2020). Game On: Exploring the Effectiveness of Game-based Learning. *Planning Practice and Research*, 35(5), 589–604. <https://doi.org/10.1080/02697459.2020.1778859>
- Hulyadi, H., Bayani, F., Ferniawan, Rahmawati, S., Liswijaya, Wardani, I. K., & Swati, N. N. S. (2024). Meeting 21st-Century Challenges: Cultivating Critical Thinking Skills through a Computational Chemistry-Aided STEM Project-Based Learning Approach. *International Journal of Contextual Science Education*, 1(2), 57–64.

<https://doi.org/10.29303/ijcse.v1i2.609>

- Hulyadi, H., Bayani, F., Muhali, M., Khery, Y., & Gargazi, G. (2023). Correlation Profile of Cognition Levels and Student Ability to Solve Problems in Biodiesel Synthesis. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), Article 6. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3130>
- Lathwesen, C., & Eilks, I. (2024). Can You Make it Back to Earth? A Digital Educational Escape Room for Secondary Chemistry Education to Explore Selected Principles of Green Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 101(8), 3193–3201. https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.4C00149/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED4C00149_0010.GIF
- Lhardy, C., & Reina, A. (2024). Identifications: A Battle Card Game to Learn Chemical Tests and Practice Observation and Reasoning. *Journal of Chemical Education*, 101(4), 1574–1582. <https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C01142>
- Mahardhika, S., Santoso, F., & Alfath, N. (2021). Paruman The Khemion Master: Learning Chemistry Periodic table with Trading Card game. *Journal of Games, Game Art, and Gamification*, 2(2). <https://doi.org/10.21512/jggag.v2i2.7195>
- Mahartika, I., Afrianis, N., Okmarisa, H., Putra, N. D. P., Diniya, D., Ilhami, A., & Hermita, N. (2020). A Modification of UNO Games: “Chemuno Card Games (CCG)” Based on “Chemistry Triangle” to Enhance Memorization of the Periodic Table. *Universal Journal of Educational Research*, 8(12B). <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082647>
- Mohanam, L. N., & Holton, A. J. (2020). Intermolecular Forces Game: Using a Card Game to Engage Students in Reviewing Intermolecular Forces and Their Relationship to Boiling Points. *Journal of Chemical Education*, 97(11). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00050>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Antes, G., Atkins, D., ... Tugwell, P. (2009, July 1). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, Vol. 6. Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Nkadimeng, M., & Ankiewicz, P. (2022). The Affordances of Minecraft Education as a Game-Based Learning Tool for Atomic Structure in Junior High School Science Education. *Journal of Science Education and Technology*, 31(5), 605–620. <https://doi.org/10.1007/S10956-022-09981-0/FIGURES/4>
- Putera, D. B. R. A., Hadi, W. P., & Aisyah, S. (2022). The Development of Web-Based UNO Card Game on Elements of Chemistry Topic Integrated with Local Madura Wisdom. *Edukimia*, 4(1).
- Reina, A., García-Ortega, H., Gracia-Mora, J., Marín-Becerra, A., & Reina, M. (2022). Compounds and Molecules: Learning How to Distinguish Them through an Educational Game. *Journal of Chemical Education*, 99(3), 1266–1271. <https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.1C00975>
- Roy, B., Gasca, S., & Winum, J. Y. (2023). Chem'Sc@pe: an Organic Chemistry Learning Digital Escape Game. *Journal of Chemical Education*, 100(3). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01105>
- Sabirli, Z. E., & Coklar, A. N. (2020). The effect of educational digital games on education, motivation and attitudes of elementary school students against course access. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 12(3), 165–178.

<https://doi.org/10.18844/WJET.V12I3.4993>

Saithongdee, A., & Sirirat, T. (2024a). Learning Mole Calculation through a Board Game in an Engaging and Enjoyable Environment: Design, Implementation, and Evaluation. *Journal of Chemical Education*, 101(4), 1551–1563.

https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C01010/SUPPL_FILE/ED3C01010_SI_002.PDF

Saithongdee, A., & Sirirat, T. (2024b). Learning Mole Calculation through a Board Game in an Engaging and Enjoyable Environment: Design, Implementation, and Evaluation. *Journal of Chemical Education*, 101(4), 1551–1563.

https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C01010/SUPPL_FILE/ED3C01010_SI_002.PDF

Sen, S. (2021). ChemistDice: A Game for Organic Functional Groups. *Journal of Chemical Education*, 98(2). <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01163>

Sinaga, T. N., Nurhamidah, N., & Handayani, D. (2022). Perbandingan Hasil Belajar Kimia Siswa menggunakan Kartu Truth and Dare dengan Pembelajaran Konvensional. *ALOTROP*, 6(1).

<https://doi.org/10.33369/alo.v6i1.21800>

Sukarma, I. K., Hulyadi, H., Muhali, M., & Azmi, I. (2024). Exploration of Student Thinking Systems Through STEM-PjBL Project Based Learning in the Science Field. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(3), 526–543. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i3.12273>

Terrell, C. R., Nickodem, K., Bates, A., Kersten, C., & Mernitz, H. (2021). Game-based activities targeting visual literacy skills to increase understanding of biomolecule structure and function concepts in undergraduate biochemistry. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 49(1), 94–107. <https://doi.org/10.1002/BMB.21398>

Tsai, J. C., Chen, S. Y., Chang, C. Y., & Liu, S. Y. (2020a). Element enterprise tycoon: Playing board games to learn chemistry in daily life. *Education Sciences*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/educsci10030048>

Tsai, J. C., Chen, S. Y., Chang, C. Y., & Liu, S. Y. (2020b). Element enterprise tycoon: Playing board games to learn chemistry in daily life. *Education Sciences*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/educsci10030048>

Tsay, C. H. H., Kofinas, A. K., Trivedi, S. K., & Yang, Y. (2020). Overcoming the novelty effect in online gamified learning systems: An empirical evaluation of student engagement and performance. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(2), 128–146. <https://doi.org/10.1111/JCAL.12385>

Tursyngozhayev, K., Kavak, N., & Akhmetov, N. K. (2024). Enhancing Chemistry Education for Students through a Novel Card Game: Compound Chain. *Journal of Chemical Education*, 101(3), 1367–1372.

https://doi.org/10.1021/ACS.JCHEMED.3C00983/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ED3C00983_0007.GIF

Welbers, K., Konijn, E. A., Burgers, C., de Vaate, A. B., Eden, A., & Brugman, B. C. (2019). Gamification as a tool for engaging student learning: A field experiment with a gamified app. *E-Learning and Digital Media*, 16(2), 92–

109. <https://doi.org/10.1177/2042753018818342>

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/ASSET/IMAGES/MEDIUM/E3C00719_0006.GIF