

Pembangunan Permainan *Chemschooly* bagi Topik Formula dan Persamaan Kimia serta Kajian Persepsi terhadap pelajar Tingkatan 4

Development of the Chemschooly Game for the Topic of Chemical Formulas and Equations and a Perception Study Among Form 4 Students

Sabrina Wafi Mohamad Fauzi¹, Wan Mohd Nuzul Hakimi Wan Salleh^{1*},
Zainun Mustafa²

¹Jabatan Kimia, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

²Jabatan Biologi, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: wmnhakimi@fsmpt.upsi.edu.my

Diterima: 06 Jan. 2025; **Disemak semula:** 15 Jun 2025 **Diterima:** 20 Ogos 2025; **Diterbitkan:** 02 Sept. 2025

To cite this article (APA): Mohamad Fauzi, S. W., Wan Salleh, W. M. N. H., & Mustafa, Z. (2025). Pembangunan permainan Chemschooly bagi Topik Formula dan Persamaan Kimia serta kajian persepsi terhadap pelajar tingkatan 4. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 15(2), 56-68. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol15.2.5.2025>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol15.2.5.2025>

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan permainan *Chemschooly* bagi menyokong standard kandungan Formula dan Persamaan Kimia serta mengkaji persepsi pelajar Kimia Tingkatan 4 terhadap permainan ini, khususnya dari segi reka bentuk, kebolehgunaan, dan kepuasan. *Chemschooly* merupakan permainan berasaskan kad yang dibangunkan menggunakan model reka bentuk instruksional ADDIE. Sampel kajian terdiri daripada 97 orang pelajar Kimia Tingkatan 4 yang mengambil mata pelajaran Kimia sebagai subjek elektif, yang dipilih melalui teknik persampelan rawak mudah. Instrumen yang digunakan dalam kajian ini termasuk borang penilaian kesahan muka dan kandungan, borang soal selidik penilaian, serta soal selidik persepsi yang menggunakan skala Likert empat mata. Kesahan instrumen telah dinilai oleh dua orang pakar. Kebolehpercayaan instrumen merekodkan nilai *Cronbach's Alpha* yang tinggi, iaitu 0.977. Nilai kesahan yang diperoleh adalah 86.76% bagi pakar pertama dan 100% bagi pakar kedua, manakala kesahan soal selidik persepsi mencatatkan 91.96% (pakar 1) dan 99.10% (pakar 2). Analisis deskriptif terhadap soal selidik persepsi menunjukkan purata min 3.88 dengan sisihan piawai 0.67 bagi aspek reka bentuk, kebolehgunaan, dan kepuasan. Secara keseluruhan, dapatan kajian menunjukkan bahawa permainan Chemschooly diterima baik oleh pelajar dan berpotensi sebagai alat bantu pembelajaran yang berkesan dalam pengajaran kandungan Formula dan Persamaan Kimia.

Kata kunci: Formula Kimia; Persamaan Kimia; permainan; persepsi; kebolehpercayaan

ABSTRACT

This study aims to develop the Chemschooly game to support the content standards for Chemical Formulas and Equations and to examine the perceptions of Form Four Chemistry students towards the game, particularly in terms of design, usability, and satisfaction. Chemschooly is a card-based game developed using the ADDIE instructional design model. The sample for this study consists of 97 Form Four Chemistry students who are taking Chemistry as an elective subject, selected using simple random sampling. The instruments used in this study

include face and content validity assessment forms, survey evaluation forms, and perception surveys using a four-point Likert scale. The validity of the instruments was assessed by two experts. The reliability of the instruments recorded a high Cronbach's Alpha value of 0.977. The validity obtained was 86.76% for the first expert and 100% for the second expert, while the validity of the perception survey recorded 91.96% (expert 1) and 99.10% (expert 2). Descriptive analysis of the perception survey showed a mean score of 3.88 with a standard deviation of 0.67 for design, usability, and satisfaction aspects. Overall, the findings of the study indicate that the Chemschooly game was well-received by students and has the potential to serve as an effective learning tool in teaching the content of Chemical Formulae and Equations.

Keywords: Chemical Formulas; Chemical Equations; game; perception; reliability

PENGENALAN

Bidang pendidikan berasaskan Sains, Teknologi, Kejuruteraan, dan Matematik (STEM) bertujuan untuk melahirkan pelajar yang berkemahiran dan inovatif, sejajar dengan kemajuan pesat teknologi masa kini. Kimia, sebagai salah satu cabang utama Sains dalam STEM, memainkan peranan penting dalam membantu kita memahami dunia di sekeliling. Melalui pembelajaran STEM, pelajar digalakkan untuk berfikir secara kreatif, sistematik, dan logik (Ayob & Salleh, 2024). Walau bagaimanapun, trend penurunan pelajar yang mengambil subjek Sains Tulen, khususnya Kimia, semakin ketara. Sebagai contoh, pada peperiksaan SPM 2023, terdapat penurunan sebanyak 1.42% dalam jumlah calon yang mengambil subjek Kimia. Oleh itu, guru perlu mempelbagaikan kaedah pengajaran untuk meningkatkan keberkesanan pembelajaran dan pemudahcaraan (PdPc), sekaligus menarik minat pelajar untuk mendalami subjek Sains Tulen, khususnya Kimia (Chang, 2024). Salah satu strategi yang boleh dilaksanakan adalah pembelajaran berasaskan permainan (PBP), yang dapat digunakan sebagai aktiviti pengajaran di dalam bilik darjah (Joseph & Salleh, 2023).

Pembelajaran Berasaskan Permainan (PBP) atau *Game-Based Learning* adalah kaedah dalam Pendidikan Abad Ke-21 (PAK-21) yang membantu guru menjadikan PdPc lebih kreatif dan inovatif. PBP berfungsi untuk menarik minat dan meningkatkan motivasi pelajar, seterusnya dapat memperbaiki pencapaian mereka di sekolah (Fikri & Salleh, 2023). Kajian juga menunjukkan bahawa PBP berpotensi meningkatkan kecekapan berbahasa dan perkembangan literasi pelajar. Selain itu, PBP dapat mengasah kemahiran pemikiran kritis pelajar dalam menyelesaikan masalah Kimia yang kompleks, seperti membina formula dan persamaan Kimia seimbang (Sulong dan Sulong, 2022). Di samping itu, PBP membantu memastikan pelajar terus fokus dan berminat dengan subjek yang dipelajari (Osman et al., 2024).

Formula Kimia merujuk kepada representasi atom dalam suatu bahan, di mana nombor subskrip digunakan untuk menunjukkan jumlah setiap jenis atom. Persamaan Kimia, sebaliknya, menggambarkan tindak balas kimia dalam bentuk ringkas, boleh ditulis dalam bentuk perkataan atau formula. Bagi kebanyakan pelajar, pembelajaran Kimia sering dianggap sukar, terutamanya dalam memperoleh markah cemerlang dalam peperiksaan (Rahim & Lee, 2021). Kajian mengenai modul e-pembelajaran asid bes (e-PAB) mendapati pelajar menghadapi kesukaran dalam menguasai topik seperti konsep mol, formula, dan persamaan Kimia. Hal ini turut disebabkan oleh kekeliruan pelajar dalam memahami formula dan penulisan persamaan Kimia (Redzuan & Lee, 2023). Oleh itu, penguasaan formula dan persamaan Kimia adalah amat penting bagi pelajar untuk melangkah ke bab seterusnya yang lebih kompleks. Selain itu, pembelajaran Kimia dianggap mencabar kerana ia melibatkan konsep-konsep jirim yang tidak dapat dilihat secara langsung. Ini memerlukan pelajar untuk mempunyai daya visualisasi yang tinggi bagi memahami konsep abstrak yang terdapat dalam mata pelajaran ini (Basir & Salleh, 2024). Pelajar yang tidak menguasai formula atau simbol Kimia sering menghadapi kesukaran dalam menyelesaikan masalah yang lebih rumit, seperti persamaan Kimia. Kegagalan menguasai konsep asas Kimia ini membawa kepada gaya pembelajaran yang bergantung kepada hafalan tanpa pemahaman mendalam, yang boleh menjejaskan pencapaian pelajar dalam ujian (Nazuardi et al., 2023).

Kajian ini dijalankan bagi memenuhi dua objektif utama, iaitu 1) membangunkan permainan *Chemschooly* yang didasarkan kepada standard kandungan bagi topik Formula dan Persamaan Kimia yang mencapai nilai kesahan yang baik, 2) mengenalpasti tahap persepsi pelajar Kimia Tingkatan Empat terhadap permainan tersebut dari aspek reka bentuk, kebergunaan, dan kepuasan. Justeru, persoalan kajian ialah 1) Apakah nilai kesahan permainan *Chemschooly* yang dibangunkan bagi kandungan Formula dan Persamaan Kimia? dan 2) apakah tahap persepsi kebolehgunaan pelajar Kimia Tingkatan Empat terhadap permainan *Chemschooly* ni dari sudut reka bentuk, kebergunaan dan kepuasan penggunaannya dalam pembelajaran?

KAJIAN LITERATUR

Kajian yang dilaksanakan oleh Siew dan Basari (2024) mendapati bahawa kaedah pembelajaran koperatif dapat meningkatkan empat tahap kemahiran berfikir aras tinggi iaitu mengaplikasi, menganalisis, menilai, dan mencipta. Bukan itu sahaja, skor min bagi kumpulan yang menggunakan pendekatan koperatif adalah lebih tinggi berbanding kumpulan yang menggunakan kaedah konvensional. Ramachandran et al. (2021) dalam kajiannya mendapati bahawa pendekatan koperatif yang diaplikasikan dalam permainan *COPS board game* memperoleh maklum balas positif iaitu dapat membantu pelajar dalam memahami hasil pembelajaran yang ingin dicapai. Persepsi pelajar adalah positif di mana pendekatan koperatif yang diaplikasikan dalam board game ini membentuk suasana pembelajaran yang seronok dan memberi peluang kepada pelajar untuk berbincang sesama mereka di samping memupuk kerjasama di dalam kumpulan kecil untuk menjadi pemenang. Oleh hal yang demikian, permainan *Chemschooly* yang berbentuk maujud dibangunkan dengan mengaplikasikan pendekatan koperatif untuk menggalakkan pelajar yang terdiri daripada pencapaian kognitif yang berbeza bekerjasama di dalam kumpulan untuk menyelesaikan soalan yang diberi di samping membantu mereka untuk membina formula dan persamaan Kimia seimbang.

PBP mula mendapat perhatian dalam bidang pendidikan kerana pendekatan pengajarannya yang lebih kreatif. Dalam konteks formula dan persamaan Kimia, pendekatan ini menawarkan cara yang lebih interaktif untuk mempelajari cara untuk membina formula dan persamaan Kimia yang seimbang. Standard kandungan ini penting kerana bab seterusnya seperti asid, bes dan garam banyak mengaplikasikan konsep ini sebagai asas untuk menyelesaikan masalah atau membentuk sesuatu sebatian. Kajian oleh Noor (2022) mendapati bahawa penggunaan *Flash Card Ion* dalam topik formula Kimia menunjukkan peningkatan prestasi murid yang agak ketara. Melalui pendekatan PBP, pelajar dituntut untuk melibatkan diri secara aktif dalam sesi PdPc menyebabkan mereka akan memberi tumpuan dan komitmen semasa sesi pembelajaran berlangsung. Dapatan kajiannya menunjukkan bahawa permainan ini dapat meningkatkan kefahaman asas murid terhadap formula Kimia. Penggunaan permainan dan kaedah pengajaran yang berkesan amat penting dalam usaha untuk membentuk pelajar yang berfikiran kreatif dan kritis (Zafeiropoulou et al., 2021). Berdasarkan analisis yang dilaksanakan, didapati pelajar lebih gemar menggunakan pendekatan PBP berbanding dengan kaedah konvensional. PBP juga membantu pelajar untuk lebih menghayati dan mendalami subjek Kimia.

Pembelajaran berasaskan permainan kad merujuk kepada penggunaan permainan kad dalam mempelajari bidang Sains seperti Kimia. Permainan kad juga dapat meningkatkan hubungan *interpersonal* dalam pembelajaran (Liu & Chen, 2013). Pembelajaran berasaskan permainan kad dalam Kimia merupakan satu pendekatan inovatif bertujuan untuk menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih menarik dan interaktif. Permainan kad juga dapat membantu pelajar untuk memahami konsep Kimia dengan lebih baik. Kajian yang dijalankan oleh Redzuan dan Lee (2021), menyatakan bahawa penggunaan permainan kad contohnya *Salt-UNO Card* memberi kelebihan kepada pelajar terutamanya dalam sesi PdPc khususnya pembelajaran Kimia. Maklum balas yang diterima daripada responden dalam kajiannya terhadap permainan kad ini adalah positif. Dapatan kajian menunjukkan bahawa Asid, Bes dan Garam mempunyai peratusan bidang pembelajaran yang paling sukar dalam subjek Kimia tingkatan empat diikuti dengan Konsep Mol, Formula dan Persamaan Kimia dengan 24.66%. Seramai 183 orang guru pelatih juga bersetuju bahawa permainan ini dapat meningkatkan pemahaman pelajar.

Kajian yang dijalankan oleh Ruslan dan Salleh (2023) mendapati permainan *Chemibond card* adalah sesuai untuk digunakan semasa sesi PdPc di dalam kelas berdasarkan nilai min yang tinggi dan sisihan piawai yang rendah di mana analisis menunjukkan persepsi positif yang diterima daripada responden. Hal yang demikian bertepatan dengan pernyataan oleh Ismail (2015) yang menyatakan bahawa pemilihan permainan yang sesuai adalah perlu supaya PBP dapat dilaksanakan di dalam bilik darjah. Permainan berbentuk kad ini juga merupakan salah satu inisiatif guru untuk menjadikan pembelajaran Kimia lebih seronok.

Jurang yang ada pada kajian lepas seperti hanya tertumpu kepada standard kandungan formula Kimia menyumbang kepada kajian pembangunan permainan *Chemschooly* yang memberi penekanan kepada standard kandungan formula dan persamaan Kimia. Kajian lepas berkenaan dengan permainan berasaskan kad juga hanya memberi fokus kepada kad kation dan anion menyebabkan kajian permainan *Chemschooly* ini ditambah baik dengan menambah jenis kad seperti *Q-card* yang berbentuk soalan, *Mission-card* dan *Swipe-card* yang dapat memberi kelebihan kepada pemain yang memilikinya di samping mencetuskan rasa teruja ketika bermain sambil belajar.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Permainan *Chemschooly* merupakan permainan berasaskan kad yang dibangunkan berpandukan model reka bentuk instruksional ADDIE yang merangkumi lima fasa, iaitu fasa analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Model ADDIE dijadikan panduan utama kerana setiap fasa dalam model ini dapat membantu penyelidik membangunkan permainan secara sistematik dan fleksibel (Ahmad et al., 2024). Rajah 1 menunjukkan set permainan *Chemschooly* dan carta alir pembangunan berasaskan model ADDIE yang menggambarkan proses pembangunan permainan secara sistematik dan teratur.

Fasa Analisis - Fasa ini melibatkan proses mengenal pasti masalah yang ingin diselesaikan. Sebelum membangunkan permainan *Chemschooly*, satu soal selidik berbentuk Google Form telah dilaksanakan bagi menganalisis keperluan dan mengenal pasti isu pembelajaran dalam subjek Kimia Tingkatan Empat. Dapatan menunjukkan bahawa Kimia dianggap sebagai subjek yang mencabar oleh kebanyakan pelajar, khususnya dalam bidang pembelajaran konsep mol, formula dan persamaan kimia. Selain itu, majoriti pelajar menyatakan minat terhadap gaya pembelajaran berasaskan permainan sebagai pendekatan yang paling digemari.

Fasa Reka Bentuk - Pada fasa ini, reka bentuk permainan dirancang melalui rajah, visual atau lakaran bergambar. Reka bentuk permainan *Chemschooly* telah diadaptasi daripada permainan kad *Happy Family*, namun diubah suai dengan menambah elemen yang selaras dengan standard kandungan Formula dan Persamaan Kimia. Semasa fasa ini juga, instrumen kajian yang bersesuaian telah dikenal pasti dan diadaptasi.

Fasa Pembangunan - Fasa ini bertujuan untuk menghasilkan produk sebenar berdasarkan perancangan. Penyelidik telah membina permainan menggunakan pelbagai aplikasi dan teknologi yang bersesuaian dengan keperluan kandungan. Produk yang dihasilkan ini telah diuji oleh dua orang pakar, bagi mendapatkan maklum balas ketepatan kandungan, bahasa dan proses permainan tersebut. Komen semasa semakan ini telah digunakan untuk menambah baik produk.

Fasa Pelaksanaan - Pada fasa ini, permainan *Chemschooly* yang dibangunkan telah diuji di lapangan melalui kajian rintis terhadap 30 orang pelajar. Melalui fasa ini, kebolehpercayaan instrumen telah dianalisis.

Fasa Penilaian - Fasa ini melibatkan proses analisis data yang diperoleh dari lapangan kajian. Data kuantitatif yang dikumpulkan melalui soal selidik telah dianalisis secara deskriptif bagi mendapatkan persepsi 97 orang pelajar terhadap reka bentuk, kebolegunaan dan kepuasan permainan.



Rajah 1. Set Permainan Chemschooly

Populasi dan Sampel Kajian

Populasi kajian terdiri daripada 100 orang pelajar Kimia Tingkatan 4 daripada sebuah sekolah menengah di daerah Kuala Selangor. Sekolah ini merupakan salah satu daripada 15 buah sekolah di daerah tersebut dan telah dipilih secara rawak menggunakan teknik persampelan rawak mudah. Pemilihan satu sekolah sebagai lokasi kajian membolehkan pengumpulan data dilakukan dengan lebih sistematik dan efisien dari segi masa, tenaga dan kos, serta telah mendapatkan kelulusan pihak berkaitan. Ini turut mengurangkan gangguan terhadap operasi harian sekolah dan pelajar. Selain itu, dengan menumpukan kajian kepada satu sekolah, faktor luaran dapat diminimumkan.

Kajian ini berfokus kepada standard kandungan Formula dan Persamaan Kimia, iaitu salah satu subtopik teras dalam Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) Kimia Tingkatan 4. Justeru, pelajar Tingkatan 4 merupakan kumpulan sasaran yang paling sesuai untuk memberikan maklum balas yang relevan dan sah terhadap keberkesanan bahan atau intervensi yang dikaji. Akhirnya, sekolah yang dipilih mempunyai jumlah pelajar Kimia Tingkatan 4 yang mencukupi untuk memenuhi keperluan persampelan berdasarkan Jadual Krejcie dan Morgan (1970), iaitu seramai 97 orang daripada populasi 100 pelajar. Walau bagaimanapun, generalisasi dapatan kajian ini ke dalam konteks yang berbeza adalah terhad memandangkan kajian ini bersifat spesifik kepada konteks Pendidikan Kimia di Malaysia serta tertumpu kepada tajuk yang khusus, iaitu Formula dan Persamaan Kimia bagi pelajar Tingkatan 4. Oleh itu, sebarang generalisasi dapatan perlu mengambil kira perbezaan konteks kurikulum, demografi pelajar, lokasi atau sistem pendidikan lain.

Instrumen Kajian

Dalam kajian ini, instrumen yang digunakan ialah soal selidik persepsi terhadap permainan Chemschooly. Soal selidik persepsi ini diadaptasi daripada *USE Questionnaire* (Lund, 2001) bertujuan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap sesuatu produk, sistem atau teknologi dari sudut kegunaan (*usefulness*), kepuasan (*satisfaction*), dan kemudahan penggunaan (*ease of use*). Sebelum ditadbir di lapangan kajian, instrumen telah disemak kesahannya oleh dua orang pakar. Pakar pertama adalah seorang pensyarah dari Jabatan Kimia, manakala pakar kedua adalah seorang guru sekolah menengah.

Taburan item mengikut konstruk soal selidik persepsi selepas semakan dilakukan adalah seperti Jadual 1.

Jadual 1. Taburan item mengikut konstruk soal selidik

Bahagian	Penerangan	Taburan Item	Bilangan Item
A	Reka bentuk permainan	1-10	10
	Kebolegunaan permainan	11-20	10
	Kepuasan permainan	21-30	8

Semua instrumen kajian menggunakan skala Likert empat mata. Walaupun pendekatan ini berpotensi membawa kepada bias keterpaksaan (*forced-choice bias*), di mana responden mungkin membuat pilihan secara paksa dan bukan berdasarkan pendirian sebenar mereka (Chyung et al., 2017), pemilihan skala ini adalah bertujuan untuk mengurangkan kecenderungan responden memilih jawapan yang bersifat berkecuali. Pilihan berkecuali yang lazimnya wujud dalam skala ganjil seperti lima atau tujuh mata boleh menjejaskan ketepatan penilaian terhadap sikap atau persepsi sebenar, terutamanya apabila responden memilih pilihan tengah tanpa refleksi mendalam. Oleh itu, penggunaan skala empat mata dilihat sebagai satu strategi untuk memperoleh data yang lebih tegas dan informatif (Othman & Misman, 2010).

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Sebelum kajian rintis dilaksanakan, satu proses semakan kesahan bagi instrumen soal selidik persepsi pula telah dilaksanakan bagi mendapatkan peratus persetujuan pakar. Dua jenis semakan telah dilaksanakan iaitu, kesahan muka dan kesahan kandungan. Berdasarkan analisis, kesahan muka dan kandungan menunjukkan purata peratus persetujuan pakar yang tinggi iaitu 93.38%. Kesahan soal selidik persepsi juga adalah tinggi ialah 95.53% berdasarkan panduan oleh Tuckman dan Waheed (1981). Jadual 2 menunjukkan analisis data dan kesahan pakar.

Jadual 2. Kesahan pakar

	Kesahan Muka dan Kandungan (%)	Kesahan Soal Selidik Persepsi (%)	Interpretasi
Pakar 1	86.76	91.96	Tinggi
Pakar 2	100	99.10	Tinggi
Peratus Persetujuan	93.38	95.53	Tinggi

Setelah soal selidik disemak dengan teliti dan ditambah baik mengikut komen pakar, satu kajian rintis telah dijalankan. Kajian rintis dilaksanakan bagi menguji kebolehpercayaan instrumen permainan Chemschooly. Sampel yang terlibat dalam kajian rintis adalah seramai 30 orang pelajar. Chua (2006) menyatakan bahawa jumlah bilangan sampel seramai 30 hingga 50 adalah memadai bagi kajian rintis. Maklum balas responden dianalisis menggunakan perisian *Statistical Program for the Social Science 27* (SPSS 27) dengan mendapatkan nilai kebolehpercayaan instrumen dengan merujuk kepada nilai *Cronbach's Alpha*. Secara keseluruhannya, nilai *Cronbach's Alpha* bagi reka bentuk, kebolegunaan dan kepuasan memperoleh nilai 0.977. Berdasarkan Bond dan Fox (2013), nilai *Cronbach's Alpha* yang berada di dalam julat 0.90 hingga 1.0 adalah sangat baik. Maka, soal selidik ini mempunyai nilai kebolehpercayaan yang tinggi dan tiada item yang perlu dibaiki atau digugurkan, dan sedia untuk ditadbir dalam lapangan kajian sebenar.

Keseluruhan item dalam soal selidik persepsi ini diukur menggunakan skala Likert empat mata, dengan nilai 1 (Sangat Tidak Setuju), 2 (Tidak Setuju), 3 (Setuju), dan 4 (Sangat Setuju). Pemilihan skala empat mata ini bertujuan untuk menggalakkan responden memberikan maklum balas yang lebih jelas dan tegas terhadap pernyataan yang diberikan, tanpa bersikap berkecuali. Seperti yang dibincangkan berkenaan bias disebabkan oleh penetapan skala khusus (Chyung et al., 2017) sebelum

ini, kajian ini menyokong justifikasi Tan et al. (2021) yang menyatakan bahawa penggunaan skala genap seperti Likert empat mata dapat meningkatkan kejelasan respons dalam pengukuran persepsi pelajar terhadap pengalaman pembelajaran mereka.

Di samping itu, penglibatan pelajar Tingkatan 4 yang mengikuti mata pelajaran Kimia adalah wajar kerana kumpulan ini berada pada tahap kognitif yang kritikal dalam memahami konsep saintifik yang lebih abstrak dan kompleks (Shah & Omar, 2020). Oleh itu, data yang dikumpulkan daripada kumpulan sasaran ini bukan sahaja relevan, malah berpotensi menghasilkan dapatan yang lebih bermakna dan berkualiti tinggi, sejajar dengan objektif kajian.

Jadual 3 merujuk kepada persepsi pelajar terhadap reka bentuk permainan *Chemschooly*. Data yang dianalisis secara deskriptif iaitu taburan kekerapan dan peratus persetujuan, nilai min dan sisihan piawai bagi tiga konstruk yang diukur.

Item bagi konstruk reka bentuk merujuk kepada bentuk fizikal (seperti warna kad, saiz kad, saiz tulisan, jenis tulisan, grafik, bahan kad), bahasa dan kandungan (seperti ejaan, laras bahasa, manual permainan dan pedagogi yang mengkhusus kepada pembelajaran koperatif. Nilai min yang diperolehi adalah tinggi bagi aspek reka bentuk iaitu 3.90 manakala nilai sisihan piawai ialah 0.25. Berdasarkan interpretasi skor min oleh Riduwan (2012), julat 3.51 hingga 4.00 menunjukkan bahawa nilai min adalah tinggi. Nilai sisihan piawai yang berada dalam julat 0.00 hingga 0.25 adalah sangat rendah (Ramlee, 1999). Nilai min, kekerapan dan peratusan yang tinggi yang baik menunjukkan penerimaan, persetujuan dan persepsi yang baik atau positif daripada responden terhadap item yang dinyatakan dalam soal selidik (Anua & Salleh, 2023).

Jadual 3. Persepsi pelajar terhadap reka bentuk permainan *Chemschooly*

No	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	Warna kad yang digunakan dalam permainan <i>Chemschooly</i> adalah menarik.	0 0	0 0	14 14.4%	83 85.6%
2.	Saiz kad dalam permainan <i>Chemschooly</i> adalah sesuai.	0 0	0 0	10 10.3%	87 89.7%
3.	Saiz tulisan dalam permainan <i>Chemschooly</i> adalah sesuai.	0 0	2 2.1%	10 10.3%	85 87.6%
4.	Jenis tulisan yang digunakan dalam permainan <i>Chemschooly</i> mudah untuk dibaca.	0 0	0 0	11 11.3%	86 88.7%
5.	Tiada kesalahan ejaan dalam permainan <i>Chemschooly</i> .	0 0	0 0	10 10.3%	87 89.7%
6.	Laras bahasa mudah difahami.	0 0	1 1%	10 10.3%	86 88.7%
7.	Grafik yang digunakan dalam permainan dalam permainan <i>Chemschooly</i> adalah sesuai	0 0	0 0	12 12.4%	85 87.6%
8.	Kad diperbuat daripada bahan yang bersesuaian.	0 0	0 0	11 11.3%	86 88.7%
9.	Manual permainan <i>Chemschooly</i> mudah untuk difahami.	0 0	3 3.1%	16 16.5%	78 80.4%
10.	Reka bentuk permainan <i>Chemschooly</i> menyokong pembelajaran koperatif.	0 0	0 0	13 13.4%	84 86.6%
Min		3.90			
Sisihan Piawai		0.25			

(STS: Sangat Tidak Setuju; TS: Tidak Setuju; S: Setuju; SS: Sangat Setuju)

Berdasarkan analisis terhadap item dalam konstruk reka bentuk, dapatan menunjukkan bahawa pelajar memberikan persepsi yang sangat positif terhadap aspek visual, saiz, dan bahan permainan

Chemschooly (diwakili oleh item 1, 2, 3, 4, 7 dan 8). Dapatan ini menunjukkan bahawa persepsi pelajar terhadap elemen reka bentuk visual yang dibanginakan seperti warna, saiz tulisan dan kebolehbacaan memberi terutamanya dalam persekitaran pembelajaran berasaskan permainan (Alessi & Trollip, 2000).

Seterusnya, bagi aspek bahasa dan kandungan (item 5, 6 dan 7), pelajar bersetuju bahawa bahasa yang digunakan mudah difahami dan kandungan tidak mengandungi kesalahan ejaan. Ini menyokong pandangan Gee (2003) yang menyatakan bahawa kejelasan dalam arahan dan struktur permainan adalah penting untuk memastikan pelajar dapat mengakses dan memahami peraturan permainan tanpa kekeliruan. Namun begitu, dapatan juga menunjukkan bahawa manual permainan masih boleh dipertingkatkan (item 9).

Selain itu, dapatan bagi item 10 menunjukkan bahawa pelajar merasakan permainan *Chemschooly* menyokong pembelajaran koperatif. Ini selaras dengan kerangka pembelajaran koperatif yang menekankan kepentingan interaksi sosial dan kerjasama dalam meningkatkan penglibatan dan motivasi pelajar.

Jadual 4 menunjukkan persepsi pelajar terhadap kebolehgunaan permainan *Chemschooly*. Kebolehgunaan dinilai berdasarkan fungsi produk dan sejauh mana permainan ini dapat membantu pelajar dalam PdPc secara efektif. Dapatan menunjukkan nilai min yang diperoleh adalah tinggi bagi aspek kebolehgunaan iaitu 3.85 manakala nilai sisihan piawai adalah rendah iaitu 0.23. Dalam kajian Wahab (2019) menyatakan bahawa kebolehgunaan kit yang memperoleh skor min yang tinggi dapat dijadikan sebagai sumber pembelajaran yang efektif. Ini menunjukkan bahawa kit permainan yang dibina mempunyai kebolehgunaan yang tinggi dapat menerapkan minat serta pemahaman kepada pelajar.

Jadual 4. Persepsi pelajar terhadap kebolehgunaan permainan *Chemschooly*

No	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
11.	Permainan <i>Chemschooly</i> boleh dimainkan tanpa bantuan guru.	2 2.1%	2 2.1%	24 24.7%	69 71.1%
12.	Permainan <i>Chemschooly</i> adalah mesra pengguna.	0 0	2 2.1%	15 15.5%	80 82.5%
13.	Arahan pada permainan <i>Chemschooly</i> mudah untuk difahami.	2 2.1%	2 2.1%	24 24.7%	69 71.1%
14.	Permainan <i>Chemschooly</i> boleh digunakan di mana-mana sahaja.	1 1%	5 5.2%	25 25.8%	66 68%
15.	Permainan <i>Chemschooly</i> mudah untuk dikendalikan.	0 0	1 1%	13 13.4%	83 85.6%
16.	Permainan <i>Chemschooly</i> sesuai dimainkan secara berkumpulan.	0 0	0 0	14 14.4%	83 85.6%
17.	Permainan <i>Chemschooly</i> mudah untuk digunakan.	0 0	1 1%	14 14.4%	82 84.5%
18.	Permainan <i>Chemschooly</i> menerapkan elemen PAK-21, pembelajaran berpusatkan pelajar.	0 0	0 0	17 17.5%	80 82.5%
19.	Permainan <i>Chemschooly</i> menggalakkan interaksi antara pelajar.	0 0	0 0	14 14.4%	83 85.6%
20.	Penglibatan diri secara aktif dalam aktiviti PdP melalui permainan <i>Chemschooly</i> .	0 0	0 0	13 13.4%	84 86.6%
Min		3.85			
Sisihan Piawai		0.23			

(STS: Sangat Tidak Setuju; TS: Tidak Setuju; S: Setuju; SS: Sangat Setuju)

Berdasarkan Jadual 4, secara majoritinya persepsi pelajar tentang kebolehgunaan produk yang berorientasikan kemudahan penggunaan teknikal (diwakili item 11, 12, 13, 14, 15, 17). Contohnya,

85.6% pelajar menyatakan permainan ini mudah dikendalikan, manakala 84.5% menyatakan ia mudah digunakan. Tambahan pula, item seperti "permainan boleh dimainkan tanpa bantuan guru" dan "arahan mudah difahami" juga mencatatkan lebih 95% persetujuan (Setuju dan Sangat Setuju), walaupun terdapat sedikit respon tidak setuju (<5%). Namun demikian, item "boleh digunakan di mana-mana sahaja" menerima sedikit kadar tidak setuju (6.2% secara keseluruhan), mungkin disebabkan keperluan ruang fizikal tertentu untuk bermain dalam kumpulan, atau permainan memerlukan kad fizikal yang tidak sesuai digunakan dalam semua situasi seperti dalam talian.

Item dalam konstruk kebolegunaan yang berkaitan dengan sosial juga mendapat persepsi positif yang tinggi. Diwakili item 16 dan 19, dengan kedua-dua item mencatatkan lebih 85% respon "Sangat Setuju". Ini membuktikan bahawa permainan *Chemschooly* menyokong pembelajaran koperatif, satu elemen penting dalam pedagogi moden. Interaksi antara pelajar semasa permainan bukan sahaja membina kemahiran komunikasi dan sosial, tetapi juga mendorong pembelajaran aktif dan reflektif (Vygotsky, 1978; Slavin, 2015). Maka, permainan ini boleh dikaitkan dengan teori konstruktivisme sosial, di mana pelajar membina pengetahuan melalui dialog dan interaksi bersama rakan sebaya, berbanding hanya menerima maklumat secara pasif. Malah, item-item kebolegunaan permainan yang menyokong pembelajaran PAK-21 (diwakili item 18 dan 20. Sebanyak 82.5% hingga 86.6% pelajar bersetuju bahawa permainan ini menerapkan elemen PAK-21, termasuk pembelajaran berpusatkan pelajar dan penglibatan aktif dalam PdP. Maka, dapat ini menyarankan bahawa rekabentuk permainan seperti *Chemschooly* dapat menggalakkan inkuiri dan kerja berpasukan.

Jadual 5 pula merujuk kepada persepsi pelajar terhadap kepuasan permainan *Chemschooly*. Kepuasan diukur berdasarkan pengalaman keseluruhan pelajar, termasuk minat dan tahap keseronokan pelajar setelah menggunakan permainan *Chemschooly*. Nilai min yang diperoleh bagi aspek kepuasan ialah 3.85, manakala nilai sisihan piawai yang diperoleh ialah 0.38. Nilai sisihan piawai yang rendah menunjukkan konsensus yang tinggi daripada responden (Subramaniam et al, 2021). Hasil analisis menunjukkan kebanyakan pelajar berpuas hati setelah menggunakan permainan *Chemschooly*. Hal yang demikian bertepatan dengan pernyataan bahawa permainan yang mempunyai kepuasan pengguna yang tinggi dapat menarik perhatian pelajar, seterusnya mempengaruhi proses pembelajaran dan prestasi pelajar (Johaniff et al., 2022).

Tambahan pula, dapatan ini konsisten dengan kajian oleh Prensky (2001), yang menyatakan bahawa elemen keseronokan dan interaktiviti dalam permainan pendidikan dapat meningkatkan penglibatan pelajar dan motivasi intrinsik mereka. Majoriti responden setuju bahawa permainan *Chemschooly* mampu meningkatkan sifat ingin tahu mereka terhadap standard kandungan formula dan persamaan Kimia. Menurut Ariyanto et al. (2023), adanya sifat ingin tahu dalam diri pelajar akan menyebabkan mereka teruja, tidak bosan, dan berusaha untuk belajar secara sendiri. Kajian lain oleh Gee (2005) turut menekankan bahawa permainan pendidikan yang berjaya adalah yang dapat mencetuskan rasa ingin tahu pelajar, kerana ini merupakan elemen penting dalam pembelajaran aktif dan berkesan. Oleh itu, persepsi positif pelajar terhadap permainan *Chemschooly* menunjukkan potensi permainan ini untuk dijadikan alat pengajaran inovatif yang menyokong pembelajaran sendiri dan kolaboratif.

Jadual 6. Persepsi pelajar terhadap kepuasan permainan *Chemschooly*

No	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
21	Saya berpuas hati setelah menggunakan permainan <i>Chemschooly</i> .	0	1	15	81
		0	1%	15.5%	83.5%
22	Permainan <i>Chemschooly</i> meningkatkan sifat ingin tahu saya terhadap standard kandungan formula dan persamaan Kimia.	0	1	16	80
		0	1%	16.5%	82.5%
23	Saya rasa lebih bersemangat untuk mengambil bahagian dalam aktiviti berkumpulan selepas menggunakan permainan <i>Chemschooly</i> .	0	1	22	74
		0	1%	22.7%	76.3%
24	Permainan <i>Chemschooly</i> menjadikan sesi pengajaran dan pembelajaran lebih menyeronokkan.	0	1	19	77
		0	1%	19.6%	79.4%

bersambung

25	Saya merasakan minat saya terhadap Kimia bertambah setelah menggunakan permainan <i>Chemschooly</i> .	0	1	20	76
		0	1%	20.6%	78.4%
26	Saya lebih teruja untuk mempelajari Kimia selepas menggunakan permainan <i>Chemschooly</i> .	0	2	24	71
		0	2.1%	24.7%	73.2%
27	Saya mendapati bahawa permainan <i>Chemschooly</i> memberikan impak positif terhadap minat saya untuk mempelajari mata pelajaran Kimia.	0	0	13	84
		0	0	13.4%	86.6%
28	Saya akan mencadangkan permainan <i>Chemschooly</i> kepada rakan yang ingin mempelajari topik formula dan persamaan Kimia.	0	0	22	75
		0	0	22.7%	77.3%
Min		3.85			
Sisihan Piawai		0.25			

(STS: Sangat Tidak Setuju; TS: Tidak Setuju; S: Setuju; SS: Sangat Setuju)

Secara spesifik, item 21 yang berkaitan kepuasan peribadi menunjukkan sebanyak 99% pelajar berpuas hati dengan penggunaan permainan *Chemschooly*. Sebanyak 83.5% memilih "Sangat Setuju". Ini membuktikan bahawa secara keseluruhan, pelajar menilai pengalaman menggunakan permainan ini sebagai positif dan memuaskan. Selain itu, kepuasan yang berkaitan motivasi diwakili item 22, 23, 24, 25, 26, 27. Kesemua item dalam kategori ini menerima respons positif melebihi 95%, menunjukkan bahawa *Chemschooly* berjaya menimbulkan minat, keterujaan dan motivasi pelajar terhadap mata pelajaran Kimia. Sebagai contoh: 82.5% pelajar bersetuju bahawa permainan ini meningkatkan sifat ingin tahu (item 22). Sebanyak 78.4% hingga 86.6% menyatakan bahawa permainan ini meningkatkan minat dan keterujaan terhadap Kimia (item 25–27). Manakala, 76.3% pelajar berasa lebih bersemangat untuk menyertai aktiviti berkumpulan selepas bermain permainan ini (item 23). Hal ini selari dengan dapatan oleh Teori Motivasi Kendiri, yang menyatakan bahawa elemen interaktiviti, dan penglibatan aktif mampu merangsang motivasi intrinsik pelajar terhadap pembelajaran. Selain itu, konstruk kepuasan juga diwakili item 28, sebanyak 100% pelajar bersetuju, dengan 77.3% memilih "Sangat Setuju", bahawa mereka akan mencadangkan permainan ini kepada rakan. Ini menunjukkan bahawa permainan ini bukan sahaja memberi kesan positif terhadap pelajar yang menggunakannya, tetapi turut mempunyai potensi disebarluaskan secara organik melalui sokongan pelajar sendiri.

Jadual 6 menunjukkan analisis keseluruhan min dan sisihan piawai bagi ketiga-tiga konstruk yang terkandung dalam soal selidik persepsi permainan *Chemschooly*. Dapatan analisis menunjukkan purata min bagi keseluruhan konstruk adalah pada tahap tinggi iaitu 3.88, manakala sisihan piawai adalah pada tahap rendah iaitu 0.22. Ini menunjukkan majoriti pelajar bersetuju terhadap ketiga-tiga aspek secara keseluruhannya di samping menunjukkan tahap persepsi mereka secara keseluruhannya kekal positif (Saleh et al., 2024). Keputusan ini selari dengan dapatan kajian oleh Ali et al. (2022), yang melaporkan bahawa permainan pendidikan berbentuk interaktif cenderung meningkatkan minat dan persepsi positif pelajar terhadap pembelajaran sains.

Jadual 6. Analisis keseluruhan min dan sisihan piawai

Aspek	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)
Reka Bentuk Permainan <i>Chemschooly</i>	3.94	0.19
Kebolegunaan Permainan <i>Chemschooly</i>	3.85	0.23
Kepuasan Permainan <i>Chemschooly</i>	3.85	0.25
Purata Keseluruhan	3.88	0.22

Selain itu, kajian oleh Rahman dan Yusoff (2023) juga mendapati bahawa permainan pendidikan yang dibangunkan berdasarkan pendekatan konstruktivisme dapat meningkatkan tahap kefahaman pelajar dan menyokong pembelajaran secara aktif, sekali gus menjelaskan persepsi positif yang ditunjukkan oleh pelajar dalam kajian ini. Penemuan ini mengukuhkan bukti bahawa integrasi elemen permainan dalam proses pembelajaran mampu memberikan impak positif terhadap pengalaman dan persepsi pelajar terhadap subjek yang diajar.

KESIMPULAN

Kesimpulannya, objektif kajian ini telah berjaya dicapai apabila permainan *Chemschooly*, yang dibangunkan berasaskan Model ADDIE, telah direka bentuk dan dinilai tahap keberkesannya berdasarkan tiga konstruk utama iaitu reka bentuk, kebolehgunaan, dan kepuasan pelajar. Dapatan menunjukkan bahawa permainan ini bukan sahaja menampilkan elemen reka bentuk yang menarik dan mesra pengguna, malah berjaya meningkatkan motivasi serta menyokong pembelajaran berpusatkan pelajar secara aktif dan kolaboratif. Persepsi positif pelajar terhadap permainan ini mengukuhkan potensi *Chemschooly* sebagai alat bantu mengajar yang inovatif dan efektif, khususnya dalam membantu pelajar menguasai topik Formula dan Persamaan Kimia. Dapatan juga memperlihatkan bahawa permainan *Chemschooly* mempunyai nilai pedagogi yang signifikan dan berpotensi untuk dimanfaatkan secara lebih meluas dalam sistem pendidikan, terutamanya jika ia diperhalusi dan diuji dalam skala yang lebih besar. Penambahbaikan secara berterusan melalui kajian susulan akan dapat memastikan permainan ini kekal relevan serta sejajar dengan kehendak pedagogi abad ke-21 yang menekankan pembelajaran aktif, kolaboratif, dan berpusatkan pelajar.

Implikasinya, kajian ini menyarankan bahawa guru boleh menggunakan *Chemschooly* sebagai pendekatan alternatif untuk mempelbagaikan kaedah pengajaran kolaboratif, khususnya dalam topik yang dianggap sukar oleh pelajar seperti formula dan persamaan kimia. Melalui penggunaan permainan ini, pelajar dapat terlibat secara aktif dalam aktiviti pembelajaran, meningkatkan interaksi rakan sebaya, serta memperkukuh minat dan pemahaman mereka terhadap subjek Kimia secara menyeronokkan dan interaktif.

Sebagai cadangan untuk kajian masa hadapan, pembangunan permainan ini boleh diperluas ke topik lain dalam Kimia atau mata pelajaran sains lain. Kajian juga boleh dijalankan menggunakan pendekatan campuran bagi mendapatkan gambaran yang lebih menyeluruh tentang impak terhadap pencapaian akademik dan pengalaman pembelajaran pelajar. Selain itu, potensi untuk pendigitalan permainan ini turut boleh diteroka agar selaras dengan keperluan pembelajaran abad ke-21 dalam persekitaran yang lebih fleksibel dan aksesibel.

RUJUKAN

- Ahmad, A.S., Suriani, A.B., Wong, K.T., Aliya, N., Adli, M., Azzam, A.B., Mamat, M.H., Ahmad, M.K. (2024). Comprehensive literature review: use of E-Modules based on artificial intelligence in science subjects and its implications on teaching and learning. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 17(2), 77–90.
- Albano, G., Arzarello, F., Dello, I.U. (2021). Digital inquiry through games. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(3), 577-595.
- Alessi, S. M., Stanley R. (2020). Trollip. *Multimedia for learning: Methods and development*. Allyn & Bacon, Inc., 2000.
- Ali, H., Ahmad, R., Hassan, S. (2022). The impact of educational games on students' perception and engagement in science learning: A case study. *International Journal of Educational Technology*, 12(3), 45-57.
- Anua, N.A., Salleh, W.M.N.H.W. (2023). Pembangunan permainan *Periodicard* dan kajian persepsi bagi topik Jadual Berkala Unsur. *Asian Pendidikan*, 4(2), 69-71.
- Ariyanto, M.P., Nurcahyandi, Z.R., Diva, S.A. (2023). Penggunaan gamifikasi Wordwall untuk meningkatkan hasil belajar matematika siswa. *Mathema: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 1-10.
- Ayob, N.A., Salleh, W.M.N.H.W. (2024). Pembangunan dan kebolehgunaan alat bantu mengajar Ionic Wheeler dalam subtopik Formula Kimia Tingkatan 4. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 17(1), 116-121.
- Basir, N.F.N., Salleh, W.M.N.H.W. (2024). Persepsi Guru Pelatih Sains terhadap Kit Permainan Matter-Build Thinkersbagi Topik Jirim Tingkatan 1. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 14(2), 21-27.
- Bond, T.G., Fox, C.M. (2013). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Psychology Press.
- Chang, L.L.K. (2024, June 13). SPM 2023 sees decline in science stream students. Malay Mail, The Star.
- Chien, C.S. (2017). Persepsi pelajar terhadap penggunaan bahan bantu mengajar yang mengintegrasikan Geogebra bagi Topik Bulatan III. Disertasi Ijazah Sarjana Muda, Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Chua, Y.P. (2006). *Kaedah Penyelidikan*. Kuala Lumpur: McGraw-Hill Sdn. Bhd.

Pembangunan permainan Chemschooly bagi Topik Formula dan Persamaan Kimia serta kajian persepsi terhadap pelajar tingkatan 4

- Chyung, S.Y., Roberts, K., Swanson, I., Hankinson, A. (2017). Evidence-Based Survey Design: The Use of a Midpoint on the Likert Scale. *Performance Improvement*, 56(10), 15-23.
- Fikri, N.F.A.M., Salleh, W.M.N.H.W. (2023). Pembangunan modul aktiviti interaktif limo bagi subtopik gerakan linear dan kajian persepsi dalam kalangan guru pelatih. *Asian Pendidikan*, 3(2), 65-70.
- Gee, J.P. (2005). *Why Video Games Are Good for Your Soul: Pleasure and Learning*. Common Ground.
- Ismail, M.J., Rahman, Z.S.A. (2024). Kajian terhadap keberkesanan aplikasi pembelajaran koperatif dalam talian terhadap pelajar universiti aliran muzik. *Akademika*, 94(2), 398-418.
- Johaniff, N.A., Mat Noor, S.F., Mohamed, H., Ramli, R. (2022). Permainan maya berunsur pendidikan tamadun Abbasiyah: Abbasid Empire Virtual Game. *E-Jurnal Penyelidikan dan Inovasi*, 9(2), 88-101.
- Joseph, V.C., Salleh, W.M.N.H.W. (2023). Development and perception of chemistry trainee teachers towards usability of periodic block game for topic periodic table. *Asian Pendidikan*, 3(1), 79-82.
- Kong, S.F., Effendi, M., Matore, E.M. (2020). Pendekatan STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran: Sorotan Literatur Bersistematis (SLR). *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 10(2), 29-44.
- Krejcie, R.V., Morgan, D.W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement*, 30(3), 607-610.
- Liu, Y.C., Chen, C.C. (2013). The effect of using game-based learning methods in class. *Journal of Chemical Education*, 24(15), 2894-2910.
- Lund, A.M. (2001). Measuring usability with the use questionnaire12. *Usability interface*, 8(2), 3-6.
- Nazuardi, N.H., Salleh, W.M.N.H.W., Balasundram, N. (2023). Pembangunan dan kajian persepsi guru pelatih terhadap kebolegunaan permainan *Bio-Mission Ladder Board* bagi topik Meiosis. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 13(2), 112-118.
- Noor, N.M. (2022). Permainan Flash Card Ion dalam meningkatkan kefahaman asas murid Tingkatan 5 dalam topik Formula Kimia. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(3), 353-364.
- Osman, N.W., Salleh, W.M.N.H.W., Taha, H. (2024). Kajian korelasi gaya pembelajaran visual, auditori, dan kinestetik terhadap Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) pelajar dalam topik Respirasi. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 14(1), 29-37.
- Othman, N., Misman, S.S. (2010). Persepsi Terhadap Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Minat Pelajar 4SPH Dalam Bidang Keusahawanan, UTM Press.
- Prensky, M. (2001). *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill.
- Rahim, N., Lee, T.T. (2021). Pembangunan modul e-pembelajaran Asid Bes (e-PAB) menggunakan Google Classroom. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 9(1), 1-10.
- Rahman, N.A., Yusoff, M.F. (2023). Constructivist-based educational games: Enhancing understanding and active learning in science education. *Journal of Educational Innovation*, 15(2), 67-80.
- Ramachandran, R., Damanhuri, M.I.M., Wiyarsi, A., Hanafi, H.F., Panessai, I.Y. (2021). The reliability and usability perception of Organic Chemistry synthetic pathways board game. *EDUCATUM Journal of Science, Mathematics and Technology*, 8(1), 16-27.
- Ramlee, M. (1999). The Role of Vocational and Technical Education in the Industrialization of Malaysia as Perceived by Educators and Employers. Tesis PhD. Purdue University.
- Redzuan, N.A.M., Lee, T.T. (2023). Development and perception of trainee teachers on Salt-UNO Card Game for Salt Topic. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 11, 144-157.
- Riduwan, R. (2012). Skala Pengukuran Variable-variabel penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Ruslan, S.F.N., Salleh, W.M.N.H.W. (2023). Kajian pembangunan dan persepsi guru pelatih terhadap penggunaan *Chemibonds Card* bagi subtopik ikatan ion dan kovalen Tingkatan 4. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 16(2), 11-15.
- Saleh, S., Ismail, W.O.A.S.W., Adnan, N.A., Fakhruddin, W.F.W.W., Sobri, S.A. (2024). Analisis motivasi pelajar dan kebolegunaan guru terhadap Jbug Land dalam pembelajaran Jadual Berkala Unsur. *BITARA International Journal of Civilizational Studies and Human Sciences*, 7(3), 269-284.
- Shah, R.A., Omar, Z.A. (2020). Cognitive development and learning strategies among secondary science students: A case study on chemistry education. *International Journal of Science and Educational Research*, 15(3), 56-72.
- Siew, N.M., Basari, J. (2024). The Integration of Problem-Based and Collaborative Learning Assisted by Geometer's Sketchpad: Its Effects on Students' Higher-Order Thinking Skills and Collaborative Skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 82(2), 275-293.
- Subramaniam, J.M., Osman, Z., Sarudin, A., Redzwan, H.F.M. (2021). Tahap gaya pembelajaran pelajar universiti swasta bagi bahasa kebangsaan berdasarkan model Grasha-Riechmann yang diperluas. *JuKu: Jurnal Kurikulum & Pengajaran Asia Pasifik*, 9(4), 7-14.
- Sulong, H., Sulong, S.N. (2022). Implementasi Pembelajaran Berasaskan Projek (PBP): Manfaat dan cabaran kepada pelajar dan guru. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 7(10), e001796.
- Tan, J.L., Ahmad, N., Lim, S.K. (2021). Using Likert-scale surveys to assess student perceptions in science education: A methodological review. *Journal of Educational Measurement and Evaluation*, 9(1), 34-45.

- Tuckman, B.W., Waheed, M.A. (1981). Evaluating an individualized science program for community college students. *Journal of Research in Science Teaching*, 18(6), 489-495.
- Wahab, N.B.A. (2019). Pembangunan kit rimba berorientasikan elemen sekolah rimba Malaysia bagi peningkatan kompetensi Sains murid orang asli. Disertasi Ijazah Kedoktoran, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia.
- Zafeiropoulou, M., Volioti, C., Keramopoulos, E., Sapounidis, T. (2021). Developing physics experiments using augmented reality game-based learning approach: a pilot study in primary school. *Computers*, 10(10), 126.