

Pembangunan Alat Bantu Mengajar *EndoClimb: Climb to Victory* dan Persepsi Pelajar Tingkatan 4 dalam Pembelajaran Sistem Endokrin Manusia

Nur Syuhada Kula, Wan Mohd Nuzul Hakimi Wan Salleh*, Nilavathi Balasundram

Department of Chemistry, Faculty of Science and Mathematics, Universiti Pendidikan Sultan Idris,
35900 Tanjong Malim, Perak, Malaysia

*Corresponding author: Wan Mohd Nuzul Hakimi Wan Salleh (wmnhakimi@fsmt.upsi.edu.my)

Received: 23 December 2025

Received in revised form: 19 January 2026

Accepted: 20 January 2026

Published: 10 March 2026

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan serta menilai persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap alat bantu mengajar berasaskan permainan, *EndoClimb: Climb to Victory*, bagi subtopik Sistem Endokrin Manusia dalam mata pelajaran Sains. Pembangunan alat bantu mengajar ini berpandukan Model ADDIE yang merangkumi lima fasa utama, iaitu analisis, reka bentuk, pembangunan, pelaksanaan, dan penilaian. Reka bentuk kajian adalah berbentuk kuantitatif deskriptif yang melibatkan pelajar Tingkatan 4 yang mengikuti subjek teras Sains sebagai responden. Instrumen kajian terdiri daripada borang kesahan muka dan kandungan serta soal selidik persepsi pelajar yang telah dinilai oleh pakar. Soal selidik persepsi merangkumi empat konstruk utama, iaitu kegunaan, kemudahan, kemudahpelajaran, dan kepuasan. Dapatan kajian menunjukkan bahawa peratus persetujuan keseluruhan pakar bagi kesahan muka dan kandungan adalah sebanyak 93.40%, manakala kesahan soal selidik mencatatkan nilai 90.43%, sekali gus mengesahkan kesesuaian instrumen dan alat bantu mengajar yang dibangunkan. Analisis deskriptif terhadap persepsi pelajar menunjukkan nilai min yang tinggi bagi kesemua konstruk dengan purata keseluruhan min sebanyak 3.49, menandakan persepsi pelajar yang positif terhadap penggunaan *EndoClimb* dalam pembelajaran Sistem Endokrin. Purata sisihan piawai keseluruhan yang rendah, iaitu 0.33, menunjukkan variasi respons yang kecil serta tahap kesepakatan yang tinggi dalam kalangan pelajar. Secara keseluruhannya, kajian ini membuktikan bahawa *EndoClimb: Climb to Victory* berpotensi sebagai alat bantu mengajar yang inovatif, berkesan, dan sejajar dengan keperluan pembelajaran abad ke-21 dalam menyokong pembelajaran aktif berpusatkan pelajar.

Kata Kunci:

Alat bantu mengajar; Pembelajaran berasaskan permainan; Sistem endokrin manusia; Persepsi pelajar; Model ADDIE

ABSTRACT

This study aimed to develop and evaluate Form 4 students' perceptions of a game-based teaching aid, *EndoClimb: Climb to Victory*, designed for the Human Endocrine System subtopic in the Science subject. The teaching aid was developed based on the ADDIE instructional design model, which comprises five main phases: analysis, design, development, implementation, and evaluation. A descriptive quantitative research design was employed, involving Form 4 students enrolled in the core Science subject as the study respondents. The research instruments consisted of face and content validity evaluation forms and a student perception questionnaire, all of which were reviewed by experts. The student perception questionnaire encompassed four main constructs: usefulness, ease of use, ease of learning, and satisfaction. The findings indicated that the overall expert agreement for face and content validity was 93.40%, while the questionnaire validity recorded a value of 90.43%, confirming that the developed instruments and teaching aid were valid and appropriate for use. Descriptive analysis of students' perceptions revealed high mean scores across all constructs, with an overall mean of 3.49, indicating positive student perceptions of the use of *EndoClimb* in learning the Human Endocrine System. The overall mean standard deviation of 0.33 further suggests low response variability and a high level of agreement among students. Overall, this study demonstrates that *EndoClimb: Climb to Victory* has strong potential as an innovative and effective teaching aid that aligns with 21st-century learning requirements by supporting active, student-centred, and engaging learning experiences.

Keywords:

Teaching aids; Game-based learning; Human endocrine system; Student perception; ADDIE model

Pengenalan

Di Malaysia, pendidikan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) semakin diberi penekanan selaras dengan tuntutan Revolusi Industri 4.0 dan era Masyarakat 5.0. Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) turut mengiktiraf kepentingan pengintegrasian elemen STEM dalam sistem pendidikan negara, seperti yang digariskan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 (Idris & Bacotang, 2023). Walau bagaimanapun, statistik terkini menunjukkan penurunan kadar penyertaan pelajar menengah atas dalam aliran STEM, iaitu daripada 45.20% pada tahun 2017 kepada 40.94% pada tahun 2022 (Chuan et al., 2023; Basir & Salleh, 2024; Han et al., 2025). Trend ini menimbulkan kebimbangan terhadap kelestarian pembangunan modal insan dalam bidang sains dan teknologi, sekali gus menuntut pendekatan pedagogi yang lebih berkesan dan menarik dalam proses pengajaran dan pembelajaran (PdP).

Sehubungan itu, kepelbagaian kaedah pengajaran merupakan satu keperluan penting bagi meningkatkan keberkesanan PdP sains di sekolah. Pembelajaran Berasaskan Permainan (PBP) muncul sebagai salah satu pendekatan inovatif yang berpotensi meningkatkan penglibatan dan kefahaman pelajar. Kajian oleh Ahmad dan Iksan (2021) menunjukkan bahawa PBP bukan sahaja mampu memperkukuh Kemahiran Proses Sains, malah menggalakkan pembelajaran yang lebih bermakna berbanding pendekatan berorientasikan hafalan semata-mata. Melalui integrasi elemen permainan seperti cabaran, autonomi, dan maklum balas segera, PBP dapat meningkatkan motivasi serta keterlibatan pelajar dalam aktiviti pembelajaran (Mohammad & Shah, 2022; Ayob & Salleh, 2024). Selain itu, strategi pengajaran yang menggabungkan elemen permainan didapati berkesan dalam meningkatkan minat dan motivasi pelajar terhadap mata pelajaran yang dianggap mencabar, khususnya sains (Zeng et al., 2024; Nazuardi et al., 2023). Kajian Sidi et al. (2019) turut melaporkan bahawa pembelajaran berasaskan permainan papan secara bersemuka dapat meningkatkan tumpuan dan keseronokan pelajar, sekali gus menyokong pembelajaran yang berterusan. Namun demikian, keberkesanan pelaksanaan PBP amat bergantung kepada peranan guru dalam merancang dan mengendalikan aktiviti pembelajaran secara sistematik dan bermakna agar selari dengan objektif pembelajaran yang ditetapkan (Yusri et al., 2023).

Dalam konteks kandungan sains, sistem endokrin merupakan salah satu topik dalam biologi manusia yang bersifat abstrak dan kompleks. Pelajar perlu memahami interaksi antara kelenjar, hormon, dan organ sasaran melalui mekanisme yang dinamik serta melibatkan proses biokimia pada peringkat sel. Menurut Fajriani et al. (2021), pelajar sering menghadapi kesukaran untuk menghubungkan konsep makroskopik dengan proses mikroskopik, terutamanya apabila berhadapan dengan istilah teknikal dan proses fisiologi yang kompleks. Keadaan ini berpotensi menjejaskan kefahaman konsep serta minat pelajar terhadap topik tersebut. Oleh itu, penggunaan alat bantu mengajar yang interaktif dan berasaskan permainan dilihat berupaya membantu mengatasi kesukaran pembelajaran dalam topik sistem endokrin. Pendekatan ini membolehkan pelajar terlibat secara aktif, berinteraksi secara langsung dengan bahan pembelajaran, dan membina pemahaman konsep melalui pengalaman pembelajaran yang menyeronokkan dan bermakna (Min & Maat, 2022; Ruslan & Salleh, 2023; Osman et al., 2024).

Sehubungan itu, kajian ini bertujuan untuk membangunkan alat bantu mengajar *EndoClimb: Climb to Victory* bagi subtopik Sistem Endokrin Manusia serta menilai persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap kebolegunaan alat bantu mengajar tersebut. Secara khusus, kajian ini menjawab dua persoalan utama, iaitu: (i) adakah alat bantu mengajar *EndoClimb: Climb to Victory* mempunyai tahap kesahan kandungan yang baik; dan (ii) apakah persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap kebolegunaan alat bantu mengajar *EndoClimb: Climb to Victory* dalam pembelajaran Sistem Endokrin Manusia.

Sorotan Literatur

Pembelajaran Berasaskan Permainan dalam Pendidikan Sains

Pembelajaran Berasaskan Permainan (PBP) merupakan pendekatan pedagogi yang mengintegrasikan elemen permainan ke dalam aktiviti pembelajaran bagi meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pengalaman pembelajaran pelajar. Dalam konteks pendidikan sains, PBP telah dikenal pasti sebagai strategi berkesan untuk menggalakkan pembelajaran aktif dan bermakna, khususnya dalam membantu pelajar memahami konsep abstrak dan kompleks. Kajian Ahmad dan Iksan (2021) menunjukkan bahawa PBP bukan sahaja meningkatkan penguasaan kandungan, malah memperkukuh Kemahiran Proses Sains (KPS) melalui penglibatan pelajar secara langsung dalam aktiviti

pembelajaran. Selain itu, elemen permainan seperti cabaran, persaingan sihat, autonomi, dan maklum balas segera mampu merangsang motivasi intrinsik pelajar serta menggalakkan pembelajaran sendiri. Pendekatan ini juga selari dengan keperluan pembelajaran abad ke-21 yang menekankan penglibatan aktif, kolaborasi, dan pemikiran aras tinggi (Mohammad & Shah, 2022). Oleh itu, PBP dilihat sebagai alternatif yang relevan kepada kaedah pengajaran konvensional yang berorientasikan guru dan berfokus kepada hafalan.

Keberkesanan Permainan dalam Meningkatkan Minat dan Motivasi Pelajar

Beberapa kajian lepas melaporkan bahawa penggunaan permainan dalam PdP sains memberi kesan positif terhadap minat dan motivasi pelajar. Zeng et al. (2024) mendapati bahawa pengintegrasian elemen permainan dapat meningkatkan keterlibatan pelajar, terutamanya bagi mata pelajaran yang sering dianggap mencabar seperti sains. Dapatan ini turut disokong oleh kajian Sidi et al. (2019) yang menunjukkan bahawa permainan papan secara bersemuka mampu meningkatkan tumpuan, keseronokan, dan penglibatan pelajar dalam pembelajaran. Walau bagaimanapun, keberkesanan PBP bukan hanya bergantung kepada reka bentuk permainan, tetapi juga kepada peranan guru dalam merancang dan melaksanakan aktiviti secara sistematik serta selari dengan objektif pembelajaran. Yusri et al. (2023) menegaskan bahawa peranan guru amat penting bagi memastikan aktiviti permainan tidak sekadar bersifat hiburan, sebaliknya menyokong pembelajaran konsep secara mendalam dan berfokus. Selain itu, mengikut kepada teori Flow, kepuasan individu dapat dinilai dengan beberapa ciri utama seperti tahap fokus individu terhadap sesuatu tugas; tahap kesedaran diri kerana terlibat dalam aktiviti; merasakan waktu berlalu dengan terlalu cepat atau lambat dan aktiviti yang memuaskan (Csikszentmihalyi, 1990).

Permainan Digital dan Permainan Maujud dalam Pembelajaran

Dalam literatur, pembangunan permainan pembelajaran boleh dikategorikan kepada permainan digital dan permainan maujud (fizikal). Permainan digital seperti *Escape Game: Sistem Endokrin* dilaporkan mempunyai tahap kebolegunaan yang tinggi dan berpotensi meningkatkan kefahaman konsep dalam kalangan responden (Anuar & Jamaludin, 2024). Namun demikian, pelaksanaan permainan digital sangat bergantung kepada kemudahan teknologi seperti akses komputer dan internet, yang tidak seragam antara sekolah, khususnya di kawasan luar bandar. Sebagai alternatif, permainan maujud dilihat lebih praktikal dan inklusif kerana tidak memerlukan infrastruktur teknologi yang kompleks. Kajian terhadap permainan maujud menunjukkan persepsi positif terhadap aspek reka bentuk, kandungan, kebolegunaan, dan kepuasan. Walau bagaimanapun, kebanyakan kajian ini menilai persepsi guru atau guru pelatih sebagai responden utama, bukan pelajar sebenar yang merupakan pengguna sasaran bahan pembelajaran tersebut (Din et al., 2025; Fauzi et al., 2025; Iskandar & Salleh, 2025).

Pembelajaran Sistem Endokrin dan Cabaran Konseptual Pelajar

Sistem endokrin merupakan salah satu topik biologi manusia yang bersifat abstrak dan kompleks kerana melibatkan interaksi antara kelenjar, hormon, dan organ sasaran melalui proses fisiologi dan biokimia yang dinamik. Menurut Fajriani et al. (2021), pelajar sering menghadapi kesukaran untuk menghubungkan konsep pada peringkat makroskopik dengan proses mikroskopik yang berlaku di peringkat sel, sekali gus menjejaskan kefahaman konsep. Dalam konteks ini, pendekatan pembelajaran yang interaktif dan berasaskan pengalaman seperti PBP berpotensi membantu pelajar membina pemahaman konsep yang lebih kukuh. Min dan Maat (2022) menyatakan bahawa penglibatan aktif pelajar melalui aktiviti permainan dapat membantu memvisualkan proses abstrak serta meningkatkan kefahaman terhadap struktur dan fungsi sistem endokrin.

Jurang Kajian dan Rasional Kajian

Walaupun literatur menunjukkan bahawa Pembelajaran Berasaskan Permainan berkesan dalam meningkatkan minat, motivasi, dan penglibatan pelajar, terdapat beberapa jurang kajian yang ketara. Pertama, kebanyakan kajian terdahulu lebih menumpukan kepada persepsi guru atau guru pelatih, sedangkan penilaian daripada perspektif pelajar sebenar masih terhad. Kedua, banyak kajian melibatkan permainan digital yang bergantung kepada akses teknologi yang tidak seragam antara sekolah. Ketiga, kajian berkaitan permainan maujud bagi subtopik Sistem Endokrin Manusia dalam Sains Tingkatan 4 masih terhad. Oleh itu, kajian ini dilaksanakan untuk membangunkan alat bantu mengajar berasaskan permainan maujud, *EndoClimb: Climb to Victory*, serta menilai persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap

kebolegunaan alat bantu mengajar tersebut. Kajian ini diharapkan dapat menyumbang kepada pengayaan amalan PdP sains serta menyediakan bukti empirikal tentang keberkesanan permainan mawjud dalam menyokong pembelajaran topik sistem endokrin di peringkat sekolah menengah.

Metodologi Kajian

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dan berpandukan Model Reka Bentuk Instruksional ADDIE yang merangkumi lima fasa utama, iaitu Analisis (*Analysis*), Reka Bentuk (*Design*), Pembangunan (*Development*), Pelaksanaan (*Implementation*), dan Penilaian (*Evaluation*). Model ADDIE dipilih kerana bersifat sistematik, fleksibel, dan sesuai diaplikasikan dalam pembangunan alat bantu mengajar merentas pelbagai konteks pendidikan (Branch, 2009). Selain itu, model ini menekankan keselarasan antara kandungan, objektif pembelajaran, dan pemilihan media, sekali gus memastikan produk yang dibangunkan memenuhi keperluan pengguna sasaran (Ariffin et al., 2022).

Dalam fasa Analisis, pengkaji mengenal pasti isu dan keperluan pembelajaran pelajar Tingkatan 4 dalam mata pelajaran Sains, khususnya bagi subtopik Sistem Endokrin Manusia. Analisis ini dibuat melalui sorotan kajian lepas yang menunjukkan bahawa pelajar sering menghadapi kesukaran memahami konsep abstrak dalam sains. Perbincangan bersama penyelia turut dijalankan bagi memperincikan skop kajian, jenis alat bantu mengajar yang akan dibangunkan, serta kesesuaian instrumen kajian yang akan digunakan.

Fasa Reka Bentuk melibatkan perancangan struktur permainan berasaskan konsep permainan papan yang telah diubah suai agar selari dengan kandungan subtopik Sistem Endokrin Manusia. Reka bentuk permainan menekankan elemen interaktif dengan penyediaan manual penggunaan, sistem ganjaran dan denda, elemen visual yang menarik, serta soalan berperingkat mengikut aras kognitif rendah, sederhana, dan tinggi.

Dalam fasa Pembangunan, alat bantu mengajar *EndoClimb: Climb to Victory* dibangunkan dengan mengambil kira aspek praktikal seperti kebolehbawaan dan kemudahan penyimpanan oleh guru. Komponen utama permainan merangkumi papan permainan, manual penggunaan yang mudah difahami, serta kad soalan yang disusun mengikut aras kesukaran yang telah ditetapkan.

Fasa Pelaksanaan melibatkan proses kesahan dan ujian rintis. Kesahan muka dan kandungan diperoleh daripada tiga orang pakar yang terdiri daripada dua orang pensyarah dan seorang guru Sains sekolah menengah. Penambahbaikan terhadap permainan dan instrumen dibuat berdasarkan maklum balas pakar sebelum kajian rintis dijalankan. Kajian rintis melibatkan pelajar Tingkatan 4 yang mempunyai ciri-ciri yang sama dengan sampel kajian sebenar bagi menilai kebolehppercayaan instrumen soal selidik persepsi. Setelah penambahbaikan dibuat, kajian sebenar dijalankan dengan melibatkan 97 orang pelajar Tingkatan 4 sebagai responden.

Akhir sekali, dalam fasa Penilaian, data daripada soal selidik persepsi pelajar yang dikumpulkan semasa kajian sebenar dianalisis menggunakan perisian Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Analisis statistik deskriptif melibatkan pengiraan nilai min dan sisihan piawai digunakan bagi menilai persepsi pelajar terhadap kebolegunaan alat bantu mengajar *EndoClimb: Climb to Victory*.

Populasi dan Sampel Kajian

Populasi kajian terdiri daripada semua pelajar Tingkatan 4 yang mengambil subjek Sains di Sekolah Menengah Kebangsaan Pantai, Wilayah Persekutuan Labuan, iaitu seramai 129 orang pelajar. Sampel kajian pula melibatkan seramai 97 orang pelajar yang dipilih menggunakan kaedah persampelan rawak mudah, bagi memastikan setiap individu dalam populasi mempunyai peluang yang sama untuk dipilih sebagai responden. Saiz sampel ditentukan berdasarkan jadual Krejcie dan Morgan (1970), yang mencadangkan bilangan sampel minimum yang mewakili populasi dengan tahap keyakinan yang sesuai. Pendekatan persampelan ini selari dengan prinsip representatif yang dinyatakan oleh Rozali (2021).

Instrumen Kajian

Kajian ini menggunakan tiga jenis instrumen, iaitu borang kesahan muka dan kandungan, borang kesahan soal selidik, dan soal selidik persepsi pelajar terhadap alat bantu mengajar *EndoClimb: Climb to Victory*. Penilaian kesahan muka dan kandungan serta kesahan soal selidik dilakukan oleh tiga orang pakar, iaitu dua orang pensyarah dan seorang guru Sains sekolah menengah. Penglibatan tiga orang pakar adalah selaras dengan dapatan kajian terdahulu yang menunjukkan bahawa bilangan ini mencukupi untuk mencapai kesepakatan dan memastikan kerelevanan kandungan bahan pembelajaran (Lee et al., 2020). Selepas kesahan oleh pakar, penambahan frasa *EndoClimb: Climb to Victory* dalam soal selidik dibuat untuk merujuk kepada alat bantu mengajar yang digunakan dalam kajian ini. Soal selidik persepsi pelajar diadaptasi daripada USE (*Usefulness, Satisfaction, and Ease of Use*) yang dibangunkan oleh Lund (2001). Soal selidik ini merangkumi empat konstruk utama, iaitu Kegunaan (*Usefulness*), Kemudahgunaan (*Ease of Use*), Kemudahpelajaran (*Ease of Learning*), dan Kepuasan (*Satisfaction*). Setiap konstruk mengandungi lima item yang dibina berdasarkan keperluan kajian serta kandungan permainan yang dibangunkan. Semua instrumen menggunakan skala Likert empat mata. Penggunaan skala ini bertujuan untuk mengurangkan kecenderungan responden memilih jawapan neutral dan mendorong responden memberikan penilaian yang lebih tegas. Kajian Ahn dan Ham (2019) serta Preston dan Colman (2000) menyokong penggunaan skala Likert empat mata dalam konteks kajian persepsi kerana ia dapat menghasilkan keputusan yang lebih jelas dan bermakna dalam analisis data.

Kebolehpercayaan Instrumen

Kebolehpercayaan instrumen soal selidik persepsi pelajar dinilai melalui analisis pekali kebolehpercayaan dalaman menggunakan indeks *Cronbach's alpha*. Analisis ini dijalankan ke atas data kajian rintis bagi menilai tahap konsistensi dalaman item-item dalam setiap konstruk, iaitu Kegunaan, Kemudahgunaan, Kemudahpelajaran, dan Kepuasan.

Dapatan Kajian

Kesahan dan Kebolehpercayaan Instrumen

Analisis kesahan menunjukkan bahawa tahap kesahan muka dan kandungan serta kesahan soal selidik berada pada aras tinggi, dengan peratus persetujuan pakar melebihi 86%. Secara keseluruhan, peratus persetujuan pakar bagi kesahan muka dan kandungan ialah 93.40%, manakala kesahan soal selidik mencatatkan 90.43%, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Dapatan ini menunjukkan kesepakatan yang kukuh dalam kalangan pakar serta mengesahkan bahawa item soal selidik dan reka bentuk permainan *EndoClimb: Climb to Victory* adalah jelas, relevan, dan mewakili konstruk yang diukur. Tahap kesahan ini memenuhi kriteria kesahan kandungan yang disarankan dalam penyelidikan pendidikan. Ujian kebolehpercayaan instrumen melalui kajian rintis melibatkan 15 orang pelajar menunjukkan nilai *Cronbach's alpha* sebanyak 0.932. Merujuk kepada Riduwan (2003) tahap konsistensi dalaman yang sangat tinggi diperolehi mengesahkan bahawa instrumen soal selidik adalah stabil dan sesuai digunakan dalam fasa pengumpulan data sebenar.

Jadual 1

Kesahan Pakar

	Kesahan Muka dan Kandungan (%)	Kesahan Soal Selidik (%)	Interpretasi
Pakar 1	86.97	90.74	Tinggi
Pakar 2	94.27	89.81	Tinggi
Pakar 3	98.96	90.74	Tinggi
Persetujuan (%)	93.40	90.43	Tinggi

Persepsi Pelajar terhadap Kegunaan

Dapatan analisis deskriptif menunjukkan bahawa *EndoClimb: Climb to Victory* memberikan impak yang sangat positif terhadap persepsi pelajar dari segi kegunaan dalam pembelajaran topik Sistem Endokrin. Nilai min keseluruhan yang tinggi ($M = 3.45$; $SP = 0.38$) mencerminkan tahap penerimaan yang konsisten, seperti yang dipaparkan dalam Jadual 2. Majoriti pelajar bersetuju dan sangat bersetuju bahawa permainan ini membantu meningkatkan kefahaman konsep,

memudahkan pemahaman topik yang sukar, serta menjadikan pembelajaran lebih menarik dan bermakna. Peratus persetujuan yang tinggi bagi hampir semua item menunjukkan bahawa permainan ini berfungsi dengan baik sebagai alat sokongan pembelajaran.

Jadual 2

Persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap kegunaan

No.	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	Penggunaan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> membantu saya memahami sistem endokrin manusia dengan lebih berkesan.	0 (0.0%)	0 (0.0%)	54(55.7%)	43(44.3%)
2.	Penggunaan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> menjadikan pembelajaran sistem endokrin manusia lebih menarik dan bermakna.	0 (0.0%)	0 (0.0%)	42(43.3%)	55(56.7%)
3.	Penggunaan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> membantu saya memahami konsep yang sukar dalam topik Sistem Endokrin.	0 (0.0%)	3(3.1%)	48(49.5%)	46(47.4%)
4.	Penggunaan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> memudahkan saya mengingat fakta yang ada dalam topik Sistem Endokrin.	1 (1.0%)	3(3.1%)	48(49.5%)	45(46.4%)
5.	Penggunaan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini meningkatkan minat saya untuk belajar topik Sistem Endokrin.	0 (0.0%)	8(8.2%)	43(44.3%)	46(47.4%)
Min		3.45			
Sisihan Piawai (SP)		0.38			

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

Persepsi Pelajar terhadap Kemudahan

Bagi konstruk kemudahan, nilai min keseluruhan yang diperoleh ialah $M = 3.41$; $SP = 0.43$, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 3. Dapatan ini menunjukkan bahawa *EndoClimb: Climb to Victory* dinilai sebagai mudah digunakan oleh majoriti pelajar. Kebanyakan responden menyatakan bahawa arahan dan peraturan permainan adalah jelas serta mudah difahami. Walau bagaimanapun, terdapat sebilangan kecil pelajar yang melaporkan keperluan bantuan semasa bermain, menunjukkan bahawa tahap kemudahan adalah tinggi tetapi masih memerlukan sokongan minimum pada peringkat awal penggunaan.

Jadual 3

Persepsi Pelajar Tingkatan 4 terhadap Kemudahan

No.	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	Saya tidak menghadapi kesukaran untuk bermain permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> .	3(3.1%)	9(9.3%)	48(49.5%)	37(38.1%)
2.	Arahan dalam permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini mudah difahami.	0(0.0%)	2(2.1%)	42(43.3%)	53(54.6%)
3.	Peraturan permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> mudah diikuti dan jelas.	0(0.0%)	1(1.0%)	42(43.3%)	54(55.7%)
4.	Saya boleh bermain permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini tanpa bantuan guru atau rakan.	2(2.1%)	17(17.5%)	38(39.2%)	40(41.2%)
5.	<i>Endoclimb: Climb to Victory</i> adalah alat yang ringkas untuk digunakan dalam pembelajaran Sistem Endokrin.	0(0.0%)	0(0.0%)	43(44.3%)	54(55.7%)
Min		3.41			
Sisihan Piawai (SP)		0.43			

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

Persepsi Pelajar terhadap Kemudahpelajaran

Analisis terhadap konstruk kemudahpelajaran menunjukkan nilai min keseluruhan yang tinggi ($M = 3.48$; $SP = 0.40$), seperti yang dipaparkan dalam Jadual 4. Majoriti pelajar bersetuju bahawa mereka dapat mempelajari cara penggunaan permainan *EndoClimb: Climb to Victory* dengan cepat dan mudah, termasuk pada percubaan pertama. Dapatan ini menunjukkan bahawa pelajar tidak memerlukan masa yang lama untuk memahami mekanik permainan dan dapat menyesuaikan diri dengan permainan ini dalam tempoh yang singkat.

Jadual 4*Persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap kemudahpelajaran*

No.	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	Saya dapat mempelajari cara bermain permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> dengan mudah.	0(0.0%)	3(3.1%)	38(39.2%)	56(57.7%)
2.	Saya tidak mengambil masa yang lama untuk memahami cara permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini dijalankan.	0(0.0%)	8(8.2%)	40(41.2%)	49(50.5%)
3.	Saya cepat memahami peraturan permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini selepas diberi penerangan ringkas.	1(1.0%)	1(1.0%)	46(47.4%)	49(50.5%)
4.	Saya boleh bermain permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini walaupun baru pertama kali mencubanya.	0(0.0%)	4(4.1%)	47(48.5%)	46(47.4%)
5.	Saya mudah untuk belajar Sistem Endokrin dengan menggunakan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> sebagai ABM	0(0.0%)	0(0.0%)	44(45.4%)	53(54.6%)
Min		3.48			
Sisihan Piawai		0.40			

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

Persepsi Pelajar terhadap Kepuasan

Bagi konstruk kepuasan, dapatan menunjukkan nilai min tertinggi berbanding konstruk lain, iaitu $M = 3.60$; $SP = 0.34$, seperti yang ditunjukkan dalam **Jadual 5**. Majoriti pelajar melaporkan tahap keseronokan dan kepuasan yang tinggi semasa menggunakan permainan *EndoClimb: Climb to Victory*. Selain itu, pelajar menunjukkan kesediaan untuk menggunakan permainan yang sama bagi topik lain serta mengesyorkannya kepada rakan sebaya. Dapatan ini mencerminkan penerimaan yang sangat positif terhadap pengalaman pembelajaran menggunakan permainan tersebut.

Jadual 5*Persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap kepuasan*

No.	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	Saya seronok menggunakan permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> dalam sesi pembelajaran.	0(0.0%)	1(1.0%)	30(30.9%)	66(68.0%)
2.	Saya berpuas hati dengan keseluruhan pengalaman bermain permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini.	0(0.0%)	0(0.0%)	44(45.4%)	53(54.6%)
3.	Saya ingin menggunakan permainan seperti <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> dalam topik lain juga.	0(0.0%)	2(2.1%)	40(41.2%)	55(56.7%)
4.	Saya akan mengesyorkan permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini kepada rakan-rakan lain.	0(0.0%)	2(2.1%)	40(41.2%)	55(56.7%)
5.	Penggunaan permainan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i> ini menjadikan pembelajaran lebih menyeronokkan dan bermakna.	0(0.0%)	0(0.0%)	32(33.0%)	65(67.0%)
Min		3.60			
Sisihan Piawai		0.34			

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

Analisis Keseluruhan Persepsi Pelajar

Secara keseluruhan, dapatan kajian menunjukkan bahawa semua konstruk yang dinilai, iaitu kegunaan, kemudahgunaan, kemudahpelajaran, dan kepuasan, mencatatkan nilai min yang tinggi antara 3.41 hingga 3.60, dengan purata keseluruhan min sebanyak 3.49, seperti yang dirumuskan dalam **Jadual 6**. Nilai sisihan piawai yang rendah bagi semua konstruk (0.34–0.43) serta purata keseluruhan sisihan piawai 0.33 menunjukkan variasi respons yang kecil dan tahap kesepakatan yang tinggi dalam kalangan pelajar.

Jadual 6*Analisis keseluruhan min dan sisihan piawai bagi setiap konstruk*

Aspek	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)
Kegunaan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i>	3.45	0.38
Kemudahan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i>	3.41	0.43
Kemudah pelajaran <i>Endoclimb: Climb to Victory</i>	3.48	0.40
Kepuasan <i>Endoclimb: Climb to Victory</i>	3.60	0.34
Purata Keseluruhan	3.49	0.33

Perbincangan

Dapatan kajian ini mengesahkan bahawa EndoClimb: Climb to Victory merupakan alat bantu mengajar berasaskan permainan yang berkesan dalam menyokong pembelajaran topik Sistem Endokrin di peringkat sekolah menengah. Tahap kesahan dan kebolehpercayaan instrumen yang tinggi memberikan asas yang kukuh untuk mentafsir persepsi pelajar secara bermakna dan boleh dipercayai. Tahap kesepakatan ini menunjukkan konsistensi penilaian pakar serta mengesahkan bahawa permainan dan item soal selidik yang dibangunkan adalah jelas, relevan, dan mewakili konstruk yang diukur. Dapatan ini juga memenuhi kriteria kesahan kandungan yang dicadangkan oleh Lawshe (1975), yang menyatakan bahawa peratus persetujuan pakar melebihi 70% adalah memadai. Oleh itu, instrumen dan alat bantu mengajar yang dibangunkan adalah sesuai untuk digunakan dalam kajian rintis dan kajian sebenar. Ujian kebolehpercayaan instrumen telah dijalankan melalui kajian rintis yang melibatkan 15 orang pelajar. Nilai *Cronbach's alpha* yang diperoleh ialah 0.932, menunjukkan tahap konsistensi dalaman yang sangat tinggi. Nilai ini melepasi aras minimum 0.70 yang disarankan bagi penyelidikan pendidikan dan sains sosial (Gliem & Gliem, 2003), malah melebihi nilai 0.80 yang dianggap baik dan boleh diterima (Bond & Fox, 2015). Dapatan ini mengesahkan bahawa instrumen soal selidik mempunyai kestabilan yang kukuh dan sesuai digunakan dalam fasa pengumpulan data sebenar.

Persepsi positif pelajar terhadap kegunaan permainan menunjukkan bahawa pendekatan pembelajaran berasaskan permainan berupaya membantu pemahaman konsep sains yang abstrak. Sistem Endokrin yang lazimnya sukar difahami dapat dipersembahkan dalam bentuk yang lebih interaktif dan bermakna, sekali gus meningkatkan penglibatan pelajar dalam proses pembelajaran. Majoriti responden bersetuju bahawa penggunaan *EndoClimb* membantu mereka memahami sistem endokrin dengan lebih berkesan serta menjadikan pembelajaran lebih menarik dan bermakna. Peratusan persetujuan yang sangat tinggi bagi item berkaitan kefahaman konsep dan daya tarikan permainan menunjukkan bahawa pendekatan berasaskan permainan berjaya menyokong pemahaman konsep sains yang bersifat abstrak. Dapatan ini selari dengan kajian Hamari et al. (2016), yang melaporkan bahawa elemen permainan mampu meningkatkan nilai pedagogi melalui penglibatan aktif dan pengalaman pembelajaran yang bermakna. Walaupun terdapat peratusan kecil responden yang kurang bersetuju bagi aspek ingatan dan kefahaman konsep sukar, nilai tersebut adalah minimum dan tidak menjejaskan trend keseluruhan persepsi positif pelajar.

Dari sudut kemudahan, walaupun permainan ini dinilai mudah digunakan, dapatan menunjukkan bahawa sokongan guru masih memainkan peranan penting, khususnya pada peringkat awal pelaksanaan. Hal ini menunjukkan bahawa permainan pendidikan berfungsi secara optimum apabila digabungkan dengan peranan guru sebagai fasilitator pembelajaran. Dapatan ini selari dengan ciri utama teori Flow iaitu proses dalam aktiviti dilakukan dengan senang dan memuaskan yang mempengaruhi penerimaan pengguna terhadap sesuatu sistem. Majoriti pelajar bersetuju bahawa arahan dan peraturan permainan adalah jelas serta mudah difahami, sekali gus menunjukkan bahawa reka bentuk permainan memenuhi prinsip asas kebolehgunaan. Walau bagaimanapun, hampir satu perlima responden masih memerlukan bantuan guru atau rakan semasa bermain. Dapatan ini mencadangkan bahawa walaupun *EndoClimb* bersifat mesra pengguna, peranan guru sebagai fasilitator masih penting, khususnya pada peringkat awal pelaksanaan bagi memastikan kefahaman mekanisme permainan yang optimum.

Tahap kemudahpelajaran yang tinggi menunjukkan bahawa reka bentuk permainan ini bersifat intuitif dan sesuai dengan tahap kognitif pelajar. Keupayaan pelajar untuk memahami mekanik permainan dengan cepat merupakan satu kelebihan penting dalam konteks pengajaran formal yang mempunyai kekangan masa. Keseluruhan responden bersetuju bahawa penggunaan *EndoClimb* memudahkan pembelajaran topik Sistem Endokrin, manakala sebahagian besar pelajar menyatakan bahawa mereka dapat memahami mekanik permainan dalam tempoh yang singkat. Dapatan ini menyokong konsep learnability yang diketengahkan oleh Nunnally dan Bernstein (1994) iaitu keupayaan sesuatu

sistem untuk membolehkan pengguna baharu mencapai tahap kecekapan dengan pantas tanpa latihan intensif. Keupayaan pelajar untuk bermain permainan ini walaupun pada percubaan pertama membuktikan bahawa reka bentuk instruksional *EndoClimb* adalah intuitif dan sesuai digunakan dalam konteks bilik darjah.

Konstruk kepuasan yang mencatatkan nilai tertinggi menunjukkan bahawa permainan ini berjaya mewujudkan pengalaman pembelajaran yang menyeronokkan dan memotivasikan. Pengalaman pembelajaran yang positif ini berpotensi meningkatkan motivasi intrinsik pelajar serta sikap positif terhadap mata pelajaran sains secara berterusan. Secara keseluruhannya, dapatan kajian menunjukkan bahawa semua konstruk yang dinilai kegunaan, kemudahgunaan, kemudahpelajaran, dan kepuasan mencatatkan nilai min yang tinggi. Nilai ini menghampiri skor maksimum bagi skala Likert empat mata dan mencerminkan persepsi pelajar yang positif dan kukuh terhadap penggunaan *EndoClimb: Climb to Victory*. Nilai sisihan piawai yang rendah bagi semua konstruk (0.34–0.43), serta purata sisihan piawai keseluruhan 0.33, menunjukkan variasi respons yang kecil dan tahap kesepakatan yang tinggi dalam kalangan pelajar. Menurut Field (2024), sisihan piawai yang rendah mencerminkan kestabilan dan konsistensi persepsi responden. Oleh itu, gabungan nilai min yang tinggi dan sisihan piawai yang rendah mengesahkan bahawa *EndoClimb* bukan sahaja diterima secara positif, malah sesuai digunakan secara konsisten sebagai alat bantu mengajar bagi pembelajaran Sistem Endokrin di peringkat menengah.

Walaupun bagaimanapun, kajian lanjutan disarankan untuk menilai keberkesanan permainan ini dari sudut pencapaian akademik dan kesan jangka panjang terhadap pembelajaran pelajar. Pelajar melaporkan tahap keseronokan yang tinggi semasa sesi pembelajaran, serta kesediaan untuk menggunakan permainan yang sama bagi topik lain dan mengesyorkannya kepada rakan sebaya. Tahap kepuasan yang tinggi ini selari dengan Teori Flow oleh Csikszentmihalyi (1990), yang menggambarkan keadaan emosi seseorang semasa membuat sesuatu aktiviti atau tugas. Beberapa elemen seperti Teori Flow dapat meningkatkan tahap kepuasan alat bantu mengajar *Endoclimb: Climb to Victory* seperti pengguna mendapat memahami arahan dengan jelas serta mendapat maklumbalas untuk penambahan dan pembelajaran; tahap cabaran dan kemahiran pengguna yang menghasilkan pengalaman pembelajaran yang menyeronokkan dan memotivasikan; pengguna lebih fokus dan merasakan masa berlalu dengan pantas apabila terlibat dalam *Endoclimb: Climb to Victory* dan pengguna mendapat pengalaman yang bermakna. Elemen keseronokan dan penglibatan mendalam yang dialami pelajar dalam kajian ini mengukuhkan peranan permainan sebagai medium pembelajaran yang berkesan dari sudut afektif.

Kesimpulan

Secara keseluruhan, kajian ini berjaya mencapai objektifnya melalui pembangunan dan penilaian alat bantu mengajar *EndoClimb: Climb to Victory* berasaskan Model ADDIE bagi subtopik Sistem Endokrin Manusia. Dapatan kajian menunjukkan persepsi pelajar Tingkatan 4 yang positif terhadap *EndoClimb* merangkumi aspek kegunaan, kemudahgunaan, kemudahpelajaran, dan kepuasan, sekali gus membuktikan bahawa permainan ini mesra pengguna serta mampu mewujudkan pengalaman pembelajaran yang menyeronokkan dan bermakna. Persepsi positif ini mengesahkan potensi *EndoClimb* sebagai alat bantu mengajar berasaskan permainan yang berkesan dalam menyokong pembelajaran aktif dan berpusatkan pelajar, khususnya bagi konsep sains yang bersifat abstrak seperti Sistem Endokrin. Implikasi kajian ini menunjukkan bahawa *EndoClimb: Climb to Victory* boleh digunakan sebagai pendekatan alternatif untuk mempelbagaikan strategi pengajaran Sains di sekolah menengah selaras dengan keperluan pembelajaran abad ke-21. Bagi kajian masa hadapan, penggunaan *EndoClimb* boleh diperluaskan kepada subtopik sains lain serta dinilai menggunakan gabungan kaedah kuantitatif dan kualitatif bagi menilai kesannya terhadap pencapaian akademik dan pengalaman pembelajaran pelajar secara lebih menyeluruh.

Limitasi Kajian dan Cadangan Kajian Masa Hadapan

Walaupun kajian ini memberikan dapatan yang signifikan berkaitan pembangunan dan persepsi pelajar terhadap alat bantu mengajar *EndoClimb: Climb to Victory*, beberapa limitasi perlu diambil kira dalam mentafsir hasil kajian. Pertama, kajian ini menggunakan reka bentuk kuantitatif deskriptif yang hanya menilai persepsi pelajar, tanpa melibatkan pengukuran keberkesanan secara langsung terhadap pencapaian akademik atau peningkatan kefahaman konsep. Oleh itu, dapatan kajian tidak dapat digeneralisasikan sebagai bukti peningkatan prestasi pembelajaran secara empirikal. Kedua, sampel kajian terhad kepada pelajar Tingkatan 4 dari sebuah sekolah sahaja, iaitu Sekolah Menengah Kebangsaan Pantai, Wilayah Persekutuan Labuan. Had ini berpotensi mengehadkan kebolehumuman dapatan kajian

kepada konteks sekolah lain yang mempunyai latar belakang pelajar, budaya pembelajaran, dan kemudahan PdP yang berbeza. Ketiga, kajian ini hanya memfokuskan kepada satu subtopik sains, iaitu Sistem Endokrin Manusia. Justeru, dapatan kajian tidak boleh digeneralisasikan kepada topik sains lain yang mempunyai tahap abstraksi, struktur kandungan, dan keperluan kognitif yang berbeza. Selain itu, tempoh penggunaan EndoClimb dalam kajian ini adalah terhad kepada sesi pembelajaran tertentu, tanpa penilaian kesan penggunaan jangka panjang terhadap motivasi dan sikap pelajar.

Berdasarkan limitasi yang dikenal pasti, beberapa cadangan kajian masa hadapan boleh diketengahkan bagi memperkukuh dapatan dan sumbangan kajian ini. Pertama, kajian lanjutan disarankan untuk menggunakan reka bentuk kuasi-eksperimen atau eksperimen sebenar, dengan membandingkan kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan bagi menilai kesan penggunaan EndoClimb terhadap pencapaian akademik, kefahaman konsep, dan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT). Kedua, kajian masa hadapan dicadangkan melibatkan sampel yang lebih besar dan pelbagai, merangkumi sekolah bandar dan luar bandar serta latar belakang sosioekonomi yang berbeza, bagi meningkatkan kebolehumuman dapatan kajian. Penglibatan lebih banyak sekolah juga dapat memberikan gambaran yang lebih menyeluruh tentang kebolehlaksanaan EndoClimb dalam konteks sistem pendidikan yang berbeza. Ketiga, penyelidikan lanjutan boleh memperluaskan penggunaan EndoClimb kepada subtopik sains lain yang bersifat abstrak seperti sistem respirasi, sistem perkumuhan, atau konsep biologi sel, bagi menilai kesesuaian dan fleksibiliti permainan ini merentas kandungan pembelajaran. Di samping itu, pengubahsuaian reka bentuk permainan mengikut aras kebolehan pelajar juga wajar diterokai. Akhir sekali, kajian masa hadapan disarankan untuk menggabungkan pendekatan kaedah campuran (mixed-methods) dengan melibatkan temu bual atau pemerhatian bilik darjah bagi mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang pengalaman pembelajaran pelajar serta cabaran sebenar guru semasa pelaksanaan permainan dalam PdP.

Konflik Kepentingan

Penulis mengisytiharkan bahawa tiada sebarang konflik kepentingan berkaitan dengan penerbitan artikel ini.

Penghargaan

Penulis merakamkan jutaan terima kasih kepada pihak Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Rujukan

- Ahmad, N. F., & Iksan, Z. (2021). Penerapan kemahiran proses Sains melalui pembelajaran Sains berasaskan permainan digital. *Sains Insani*, 6(1), 75-81. <https://doi.org/10.33102/sainsinsani.vol6no1.246>
- Ahn, Y. H., & Ham, O. K. (2019). Evaluation of the interaction model of client health behavior-based multifaceted intervention on patient activation and osteoarthritis symptoms. *Japan Journal of Nursing Science*, 17(2), e12306. <https://doi.org/10.1111/jjns.12306>
- Anuar, A. E., & Jamaludin, A. A. (2024). Pembangunan dan persepsi kebolehgunaan escape game: Sistem endokrin dalam kalangan guru pelatih biologi UPSI. In E-Proceeding Seminar Penyelidikan Tahun Akhir Jabatan Biologi, p. 11.
- Ariffin, N. A. M., Ariffin, A. H., Suhaimi, S., Rosli, A. N., & Wahab, M. H. A. (2022). Development of computerized games Pintar-II for the basic subject of Computer Science Form 1. *Journal of Engineering, Technology, and Applied Science*, 4(3), 114-121.
- 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. <https://doi.org/10.37134/bitara.vol17.1.11.2024>
- Basir, N. F. N., & Salleh, W. M. N. H. W. (2024). Persepsi guru pelatih Sains terhadap Kit Permainan *Matter-Build Thinkers* bagi topik Jirim Tingkatan 1. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 14(2), 21-27. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol14.2.2.2024>
- Bond, T. G., & Fox, C. (2003). Applying the rasch model: fundamental measurement in the human sciences. *Journal of Educational Measurement*, 40(2), 185-187. <https://doi.org/10.4324/9781315814698>
- Branch, R. M. (2009). Instructional design: the addie approach. Springer New York, NY.

- Chuan, Z. L., Japashov, N., Yuan, S. K., Qing, T. W., & Ismail, N. (2023). Analyzing enrolment patterns: Stacked ensemble statistical learning-based approach to educational decision making. *Akademika*, 94(2), 232-251. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3723176/v1>
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The psychology of optimal experience*, New York: Harper & Row.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-339. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Din, S. N. A., Salleh, W. M. N. H. W., & Mustafa, Z. (2025). Pembangunan E-Modul *Oleochemix* bagi topik Kimia Konsumer dan Industri dan kajian persepsi terhadap guru pelatih Kimia. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 18(1), 73-82. <https://doi.org/10.37134/bitara.vol17.1.8.2025>
- Fajriani, N. D., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2021). Penggunaan augmented reality untuk memfasilitasi perubahan representasi konseptual siswa tentang sistem endokrin dan penguasaan konsep. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 12, 164-173. <https://doi.org/10.17977/um052v12i3p164-173>
- Fauzi, S. W. M., Salleh, W. M. N. H. W., & 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>
- Field, A. (2024). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Sage Publications Limited.
- Gliem, J. A., & Gliem, R. R. (2003). Calculating, interpreting, and reporting Cronbach's alpha reliability coefficient for Likert-type scales. *Proceedings of Midwest research-to-Practice Conference in Adult, Continuing, and Community Education*, 82-88.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Collier, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Han, F. H. S., Salleh, W. M. N. H. W., & Mustafa, Z. (2025). Pembangunan dan persepsi guru pelatih terhadap kebolegunaan permainan papan berasaskan pembelajaran *Chemhoops* bagi standard kandungan Formula Kimia Tingkatan 4. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 15(2), 78-88. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol15.2.7.2025>
- Idris, R., & Bacotang, J. (2023). Exploring STEM education trends in Malaysia: Building a talent pool for Industrial revolution 4.0 and society 5.0. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, 12(2), 381-393. <https://doi.org/10.6007/ijarped/v12-i2/16825>
- Iskandar, N. N. M., & Salleh, W. M. N. H. W. (2025). Pembangunan dan persepsi kebolegunaan Kit Permainan *Immunology Sircus* bagi standard kandungan Pertahanan Badan Tingkatan 2. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 18(2), 40-50. <https://doi.org/10.37134/bitara.vol18.2.4.2025>
- Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607-610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Lee, T. T., Wong, K., Daud, N., Zainol, I., Damanhuri, M. I. M., & Hartono, H. (2020). Chemistry laboratory management techniques massive open online course: development and evaluation on students' perception. *Educatum Journal of Science, Mathematics and Technology*, 7(2), 50-64. <https://doi.org/10.37134/ejsmt.vol7.2.6.2020>
- Lund, A. M. (2001). Measuring usability with the use questionnaire12. *Usability Interface*, 8(2), 3-6.
- Min, T. L. L., & Maat, S. M. B. (2022). Penerimaan murid terhadap pembelajaran berasaskan permainan dalam matematik: tinjauan literatur bersistematik. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 7(12), e001962. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i12.1962>
- Mohammad, A. I., & Shah, R. L. Z. R. M. (2022). Need analysis development of game-based training modul for Form One Topic in Geometry field. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 10, 21-30. <https://doi.org/10.37134/jsml.vol10.sp.3.2022>
- 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, 112-118. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol13.2.10.2023>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). The assessment of reliability. *Psychometric Theory*, 3, 248-292.

- 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. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol14.1.3.2024>
- Preston, C. C., & Colman, A. M. (2000). Optimal number of response categories in rating scales: reliability, validity, discriminating power, and respondent preferences. *Acta Psychologica*, 104(1), 1-15. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(99\)00050-5](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(99)00050-5)
- Riduwan. (2003). Skala pengukuran variabel-variabel penelitian. Alfabeta: Bandung.
- Rozali, W. N. A. W. (2020). Tahap Kesihatan Mental Dalam Kalangan Kanak-Kanak. *Jurnal Al-Haady*, 1(1), 34-40.
- 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. <https://doi.org/10.37134/bitara.vol16.2.3.2023>
- Sidi, J., Nor, N. S. M., Madang, A. D., Suhaimi, S., Azhari, A. S., Roslan, N. F. F., Abduallah, S. K., & Andar, R. (2019). The efficiency of game-based learning towards student's focus and enjoyment using board game: A case study at SK Martin. *International University Carnival On E-Learning (IUCEL 2019)*, p. 1-9.
- Yusri, A. A., Zainal, M. Z., & Ismail, I. M. (2023). Meneroka perspektif guru terhadap penggunaan kaedah pembelajaran berasaskan permainan: sebuah tinjauan literatur sistematik. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 8(10), e002542. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i10.2542>
- Zeng, J., Sun, D., Looi, C., & Fan, A. C. W. (2024). Exploring the impact of gamification on students' academic performance: a comprehensive meta-analysis of studies from the year 2008 to 2023. *British Journal of Educational Technology*, 55(6), 2478-2502. <https://doi.org/10.1111/bjet.13471>