

Pembangunan *EduDoll LabHouse* dan Analisis Persepsi Pelajar Tingkatan 4 Terhadap Keberkesanannya dalam Pembelajaran Keselamatan Makmal

Development of EduDoll LabHouse and Analysis of Form Four Students' Perceptions of Its Effectiveness in Learning Laboratory Safety

Sylvinna Marcus Koon, Wan Mohd Nuzul Hakimi Wan Salleh*, Nilavathi Balasundram

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

*Corresponding author email: wmnhakimi@fsmt.upsi.edu.my

ARTICLE HISTORY

Received: 25th November 2025

Revised: 23th April 2026

Accepted: 03rd May 2026

Published: 29th May 2026

KEYWORDS

EduDoll LabHouse
alat bantu mengajar
keselamatan makmal
persepsi pelajar
pendidikan Sains

ABSTRAK - Kajian ini bertujuan untuk membangunkan alat bantu mengajar (ABM) *EduDoll LabHouse* serta mengenal pasti persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap keberkesanannya dalam pembelajaran topik langkah keselamatan makmal. *EduDoll LabHouse* dibangunkan berasaskan model reka bentuk instruksional ADDIE. Seramai 159 orang pelajar Tingkatan 4 yang mengambil mata pelajaran Sains dipilih sebagai sampel kajian melalui kaedah persampelan rawak mudah. Instrumen kajian terdiri daripada borang penilaian kesahan muka dan kandungan serta borang soal selidik persepsi yang menggunakan skala Likert empat mata. Kesahan instrumen telah dinilai oleh dua orang pakar, dengan nilai kesahan muka dan kandungan masing-masing mencatatkan 98.53%, manakala kesahan borang soal selidik persepsi ialah 95.31% (Pakar 1) dan 99.22% (Pakar 2). Data dianalisis menggunakan perisian SPSS melalui kaedah statistik deskriptif melibatkan peratusan, min, dan sisihan piawai. Dapatan kajian menunjukkan bahawa pelajar memberikan persepsi yang tinggi terhadap semua konstruk yang dikaji, iaitu kegunaan (min = 3.31), kemudahan penggunaan (min = 3.14), kemudahan pembelajaran (min = 3.13), dan kepuasan penggunaan (min = 3.40). Secara keseluruhan, kajian ini mencatatkan nilai min persepsi yang tinggi (min = 3.31) dengan sisihan piawai yang rendah (SP = 0.03), sekali gus menunjukkan konsistensi persepsi positif pelajar. Dapatan ini membuktikan bahawa ABM *EduDoll LabHouse* berupaya meningkatkan tahap kefahaman pelajar terhadap pembelajaran keselamatan makmal serta menyokong proses pengajaran dan pembelajaran Sains yang lebih berkesan.

ABSTRACT - This study aims to develop the *EduDoll LabHouse* teaching aid and to examine the perceptions of Form 4 students regarding its effectiveness in learning laboratory safety procedures. *EduDoll LabHouse* was developed based on the ADDIE instructional design model. A total of 159 Form 4 students enrolled in the Science subject were selected as the study sample using simple random sampling. The research instruments consisted of face and content validity evaluation forms, as well as a perception questionnaire employing a four-point Likert scale. Instrument validity was evaluated by two experts, with face and content validity scores of 98.53%, while the validity of the perception questionnaire recorded values of 95.31% (Expert 1) and 99.22% (Expert 2). Data were analysed using SPSS software through descriptive statistical methods, including percentages, means, and standard deviations. The findings revealed that students reported high perceptions across all constructs examined, namely usefulness (mean = 3.31), ease of use (mean = 3.14), ease of learning (mean = 3.13), and user satisfaction (mean = 3.40). Overall, the study recorded a high mean perception score (mean = 3.31) with a low standard deviation (SD = 0.03), indicating consistent positive student perceptions. These findings demonstrate that the

EduDoll LabHouse teaching aid is effective in enhancing students' understanding of laboratory safety learning and in supporting more effective teaching and learning processes in Science.

Keywords: EduDoll LabHouse; teaching aids; laboratory safety; student perception; science education

PENGENALAN

Pendidikan Sains di Malaysia memainkan peranan penting dalam membentuk generasi yang berfikir kritis, kreatif, dan berupaya menghadapi cabaran abad ke-21, selaras dengan aspirasi Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025. Dalam konteks ini, pembelajaran Sains bukan sahaja menekankan penguasaan pengetahuan faktual, malah turut memupuk kemahiran penyelesaian masalah, penaakulan saintifik, serta keupayaan membuat keputusan berasaskan bukti (Osman et al., 2024; Nazuardi et al., 2023; Iskandar & Salleh, 2025). Walau bagaimanapun, keberkesanan pengajaran dan pembelajaran (PdP) Sains masih berdepan pelbagai cabaran apabila sebahagian pelajar menganggap subjek ini sukar dan kurang menarik, sekali gus menjejaskan motivasi serta tahap penglibatan mereka dalam proses pembelajaran (Ruslan & Salleh, 2023). Situasi ini diperburuk oleh amalan kaedah pengajaran tradisional yang berpusatkan guru, yang kurang memberi peluang kepada interaksi aktif dan pengalaman pembelajaran bermakna. Pendekatan *chalk and talk* didapati kurang berkesan dalam membina pemahaman konseptual yang sejajar dengan matlamat sebenar pendidikan Sains. Sehubungan itu, Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) dan agenda Pendidikan Abad ke-21 (PAK-21) menekankan kepentingan strategi PdP berpusatkan pelajar melalui penggunaan pendekatan dan bahan pengajaran yang lebih interaktif dan inovatif (Basir & Salleh, 2024; Fauzi et al., 2025).

Alat bantu mengajar (ABM) merangkumi objek fizikal, bahan maujud, model, serta simulasi yang berfungsi menyokong keberkesanan PdP, khususnya dalam pendidikan Sains yang memerlukan penerokaan konsep secara konkrit dan *hands-on*. Menurut Azman et al. (2014), penggunaan bahan maujud dapat menjadikan pembelajaran lebih menarik kerana melibatkan penggunaan bahan sebenar dalam situasi pembelajaran. Dapatan ini disokong oleh Nazim (2007) yang menegaskan bahawa penglibatan pelbagai pancaindera meningkatkan keberkesanan pembelajaran, memandangkan setiap pancaindera menyumbang bentuk penanggapan yang berbeza. Justeru, penggunaan ABM maujud berupaya menarik perhatian pelajar dan meningkatkan tumpuan mereka terhadap konsep-konsep penting dalam Sains. Selain itu, penggunaan simulasi melalui model fizikal turut membantu pelajar memahami proses saintifik dengan lebih jelas. Tokiman dan Zubir (2024) menyatakan bahawa ABM bersifat maujud atau simulasi mampu meningkatkan prestasi pelajar melalui peningkatan tahap pemahaman, di samping membantu pelajar menganalisis situasi, membuat keputusan yang lebih tepat, serta menggalakkan pemikiran kritis dalam persekitaran pembelajaran yang terkawal. Oleh itu, pembangunan ABM yang interaktif dan inovatif adalah selari dengan keperluan PdP Sains masa kini dan mampu menyediakan persekitaran pembelajaran yang lebih realistik dan bermakna (Ayob & Salleh, 2024; Din et al., 2025; Han et al., 2025).

Keselamatan makmal merupakan komponen asas dalam pendidikan Sains kerana ia memastikan aktiviti pembelajaran dijalankan dalam persekitaran yang terkawal, selamat, dan bertanggungjawab. Pelajar perlu menguasai pengetahuan asas seperti penggunaan peralatan makmal yang betul, pemahaman simbol bahaya, pengurusan sisa kimia, serta pengendalian peralatan kecemasan seperti alat pemadam api. Walau bagaimanapun, pelbagai kajian melaporkan bahawa kemalangan makmal masih kerap berlaku akibat kekurangan pengetahuan dan kurangnya penekanan terhadap aspek keselamatan semasa aktiviti eksperimen (Hamzah et al., 2023; Khatoun et al., 2020). Caymaz (2021) turut melaporkan bahawa ramai pelajar gagal mentafsir simbol bahaya seperti bahan pengoksida, toksik akut, dan bahaya kesihatan, sekali gus mencerminkan tahap literasi keselamatan makmal yang rendah dalam kalangan pelajar sekolah menengah. Selain itu, amalan pengurusan sisa kimia yang tidak memuaskan turut meningkatkan risiko keselamatan, apabila sisa kimia sering dilupuskan secara tidak betul tanpa proses peneutralan yang sesuai (Omer, 2024). Kekurangan latihan keselamatan secara berkala serta kelemahan pengawasan turut dikenal pasti sebagai faktor penyumbang kepada isu keselamatan makmal (Sukri et al., 2024). Dari sudut sikap pelajar, Kamaruddin dan Isa, (2022) melaporkan bahawa sikap terlalu yakin sering menyebabkan kecuaiian seperti ketidakpatuhan terhadap

prosedur keselamatan dan penyalahgunaan peralatan makmal. Oleh itu, penguasaan langkah keselamatan makmal bukan sahaja penting untuk mengurangkan risiko kemalangan, malah berperanan membentuk budaya kerja saintifik yang bertanggungjawab dan profesional.

Bagi menangani isu keselamatan makmal secara lebih berkesan, penggunaan ABM yang berfokuskan pengalaman pembelajaran autentik amat diperlukan dalam PdP Sains. Sehubungan itu, pembangunan *ABM EduDoll LabHouse* dirangka sebagai satu pendekatan sistematik untuk memberi peluang kepada pelajar meneroka prosedur keselamatan makmal melalui model maujud dan simulasi yang menyerupai situasi sebenar. Keupayaan ABM ini menggabungkan elemen pemerhatian, interaksi fizikal, dan penerokaan sendiri menjadikannya selari dengan keperluan kurikulum serta keutamaan pedagogi semasa yang menekankan pembelajaran aktif. Oleh itu, satu kajian empirikal perlu dijalankan bagi menilai potensi *ABM EduDoll LabHouse* dalam menyokong pemahaman pelajar terhadap topik Langkah Keselamatan dalam Makmal.

Selaras dengan keperluan tersebut, kajian ini dijalankan dengan dua objektif utama, iaitu membangunkan *ABM EduDoll LabHouse* bagi standard kandungan Langkah Keselamatan dalam Makmal, serta mengkaji persepsi pelajar Sains Tingkatan 4 terhadap penggunaannya berdasarkan konstruk kegunaan, kemudahan, dan kepuasan. Berdasarkan objektif kajian ini, persoalan kajian dirumuskan untuk menilai tahap kesahan *ABM EduDoll LabHouse* serta mengenal pasti persepsi pelajar terhadap penggunaan ABM tersebut berdasarkan konstruk yang ditetapkan.

SOROTAN LITERATUR

Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran Sains

Teori pembelajaran konstruktivisme menegaskan bahawa pelajar membina pengetahuan secara aktif berdasarkan pengalaman dan interaksi dengan persekitaran (Suparlan, 2019). Pembelajaran bukan proses menerima maklumat secara pasif, sebaliknya melibatkan proses mengorganisasi dan menstruktur maklumat baharu berasaskan skema sedia ada. Wahab dan Rosnawati (2021) turut menyatakan bahawa pengetahuan dibina secara berperingkat dan berkembang mengikut konteks, menunjukkan kepentingan pengalaman konkrit dalam memperkukuh struktur kognitif pelajar. Dalam pengajaran keselamatan makmal, keaktifan pelajar adalah kritikal kerana penguasaan prosedur keselamatan memerlukan pemahaman bermakna serta aplikasi dalam situasi yang menyerupai keadaan sebenar. Sehubungan itu, Tohari dan Rahman (2021) menekankan pembelajaran penemuan melalui pendekatan *learning by doing*, di mana pelajar diberi peranan aktif dalam aktiviti kognitif dan tindakan. Dalam konteks ini, *ABM EduDoll LabHouse* berperanan sebagai bahan maujud yang menyokong manipulasi fizikal dan simulasi situasi makmal, sekali gus membantu pelajar membina makna secara aktif, bukan sekadar menghafal simbol atau prosedur. Pendekatan ini selari dengan pandangan konstruktivisme bahawa pembelajaran berlaku melalui penerokaan, refleksi, dan penstruktur semula kefahaman apabila berhadapan konflik pengertian (Wahab & Rosnawati, 2021). Walau bagaimanapun, Abdullah et al. (2013) mengingatkan bahawa kekangan masa dan keperluan menamatkan silibus sering mengehadkan pelaksanaan aktiviti pembelajaran aktif di bilik darjah. Oleh itu, penggunaan ABM berasaskan simulasi dan bahan maujud seperti *EduDoll LabHouse* berpotensi memudahkan guru melaksanakan PdP berasaskan konstruktivisme secara lebih terarah, cekap, dan menarik.

Isu Keselamatan Makmal dan Keperluan Intervensi Pengajaran

Kajian-kajian lepas secara konsisten menekankan bahawa keselamatan makmal merupakan komponen kritikal dalam pendidikan Sains dan memerlukan intervensi pedagogi yang lebih berkesan. Kamaruddin et al. (2024) melalui kajian kepustakaan sistematik melaporkan bahawa pengurusan risiko keselamatan makmal dipengaruhi pelbagai faktor, dan kecekapan proses pengurusan keselamatan menjadi elemen penting dalam mengurangkan kemalangan. Penemuan ini mengukuhkan keperluan membangunkan pendekatan pengajaran yang dapat menyokong pemahaman risiko dan pematuhan prosedur keselamatan pada peringkat pelajar. Selain itu, isu kekurangan pengetahuan dan kesedaran pelajar terhadap keselamatan makmal dikenal pasti sebagai faktor dominan yang menyumbang kepada kemalangan. Hamzah et al. (2023) menegaskan bahawa pengabaian aspek keselamatan merupakan punca utama insiden makmal, sekali gus menunjukkan keperluan latihan dan pendekatan pengajaran

yang lebih mantap. Caymaz (2021) pula melaporkan pelajar sering gagal mentafsir simbol bahaya dengan tepat, menunjukkan bahawa penyampaian maklumat melalui buku teks sahaja tidak memadai untuk membentuk kefahaman yang mendalam. Trisna et al. (2021) turut melaporkan kejadian kemalangan yang berpunca daripada kecuaiannya pelajar dan mencadangkan penggunaan bahan pengajaran yang lebih interaktif sebagai alternatif untuk meningkatkan pemahaman keselamatan.

Pendekatan Interaktif dan Gamifikasi dalam Pendidikan Keselamatan Makmal

Seiring perkembangan pedagogi, beberapa kajian terkini telah menilai pendekatan interaktif dan gamifikasi bagi meningkatkan penglibatan pelajar dalam topik keselamatan makmal. Steele et al. (2024) membangunkan permainan kad pendidikan keselamatan makmal yang menumpukan pengenalan item keselamatan utama. Kajian tersebut melaporkan tahap penglibatan yang positif dalam kalangan peserta, dan majoriti pemain menyatakan peningkatan kebiasaan terhadap item keselamatan selepas intervensi, menunjukkan potensi pendekatan permainan dalam menyokong pembelajaran aktif dan bermakna. Krug dan Huwer (2023) pula memperkenalkan *Exit Game Lab Rally* yang mengintegrasikan elemen teka-teki dan teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk menjadikan pembelajaran keselamatan lebih menarik. Kajian rintis mereka menunjukkan instrumen soal selidik mempunyai kebolehpercayaan yang baik, termasuk konstruk dalam *Technology Acceptance Model* (TAM) serta motivasi intrinsik. Dapatan tersebut menyokong bahawa pendekatan gamifikasi berupaya meningkatkan keterlibatan dan motivasi pelajar, di samping memudahkan pemahaman prosedur keselamatan, simbol GHS, dan peraturan tingkah laku makmal. Di samping itu, Zakaria et al. (2022) melaporkan bahawa walaupun tahap pengetahuan dan sikap keselamatan kimia adalah tinggi dalam kalangan kakitangan makmal, amalan sebenar masih berada pada tahap sederhana. Kajian ini menunjukkan wujud jurang antara “tahu” dan “buat”, serta menegaskan bahawa peningkatan pengetahuan semata-mata tidak semestinya mengubah tingkah laku. Dapatan tersebut mengukuhkan keperluan intervensi pendidikan yang lebih berstruktur dan berasaskan pengalaman untuk mengukuhkan amalan keselamatan yang konsisten.

Jurang Kajian dan Rasional Pembangunan *EduDoll LabHouse*

Secara keseluruhan, literatur menunjukkan bahawa isu keselamatan makmal bukan sekadar masalah pematuhan, tetapi turut berpunca daripada kelemahan kaedah penyampaian maklumat, kefahaman simbol bahaya yang dangkal, serta kurangnya pengalaman praktikal yang bermakna. Justeru, terdapat keperluan untuk ABM inovatif yang dapat menyediakan pengalaman pembelajaran autentik, interaktif, dan berasaskan simulasi. Dalam konteks ini, ABM *EduDoll LabHouse* dibangunkan sebagai platform pembelajaran berasaskan simulasi maut yang mengaplikasikan prinsip konstruktivisme melalui *learning by doing*. Struktur model yang menyerupai persekitaran makmal dan elemen tugas berasaskan senario membolehkan pelajar membuat keputusan aktif berkaitan keselamatan, termasuk pemilihan PPE, pengurusan sisa, tindakan kecemasan, dan audit peralatan keselamatan. Oleh itu, pembangunan *EduDoll LabHouse* dilihat berpotensi menjadi alternatif pedagogi yang relevan untuk meningkatkan pemahaman, kesedaran, dan amalan keselamatan makmal dalam kalangan pelajar secara lebih holistik.

METODOLOGI KAJIAN

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini menggunakan pendekatan kajian pembangunan (*developmental research*) dengan Model ADDIE sebagai kerangka utama dalam pembangunan ABM *EduDoll LabHouse*. Model ADDIE merupakan model reka bentuk instruksional yang digunakan secara meluas dalam pembangunan bahan pembelajaran kerana strukturnya yang sistematik dan fleksibel (Sahaat et al., 2020). Model ini merangkumi lima fasa utama, iaitu analisis (*analysis*), reka bentuk (*design*), pembangunan (*development*), pelaksanaan (*implementation*), dan penilaian (*evaluation*). Penggunaan model ADDIE membolehkan proses pembangunan ABM dilaksanakan secara terancang, konsisten, dan berasaskan keperluan pelajar, di samping menyediakan ruang untuk penambahbaikan berterusan pada setiap fasa pembangunan.

Fasa analisis merupakan asas kepada pembangunan ABM *EduDoll LabHouse* kerana ia bertujuan mengenal pasti keperluan pembelajaran bagi topik Langkah Keselamatan dalam Makmal. Pada fasa

ini, kajian literatur dijalankan secara menyeluruh merangkumi Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP) Sains Tingkatan 4, garis panduan Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM), serta kajian terdahulu berkaitan pedagogi Sains dan keselamatan makmal. Analisis ini memberi tumpuan kepada isu keselamatan makmal yang sering dilaporkan, termasuk kelemahan pelajar dalam penggunaan peralatan perlindungan diri, pengurusan sisa kimia, dan pengendalian alat pemadam api. Dapatan literatur turut membantu mengenal pasti jurang pengetahuan dan kefahaman pelajar walaupun pendedahan keselamatan telah diberikan dalam kurikulum formal. Selain itu, ciri dan keperluan pelajar dianalisis secara tidak langsung melalui dapatan kajian terdahulu yang melaporkan tingkah laku, tahap kemahiran, dan cabaran pembelajaran mereka. Kesemua maklumat ini menjadi asas teori dalam memastikan ABM ini dibangunkan selaras dengan keperluan pembelajaran semasa.

Fasa reka bentuk memfokuskan pembentukan struktur dan kandungan ABM *EduDoll LabHouse* berasaskan teori pembelajaran konstruktivisme dan kontekstual. Kedua-dua teori ini menekankan pembinaan pengetahuan melalui pengalaman bermakna dan interaksi aktif dengan persekitaran pembelajaran. Oleh itu, strategi penerokaan digunakan sebagai pendekatan utama bagi membimbing pelajar mengenal pasti petunjuk keselamatan yang terdapat dalam setiap ruang simulasi. Pada fasa ini, empat bilik utama direka mengikut tema keselamatan makmal, iaitu penggunaan PPE, pengurusan bahan sisa, pengurusan kemalangan, dan penggunaan alat pemadam api. Setiap bilik dirancang dengan standard pembelajaran tersendiri yang selaras dengan DSKP Sains Tingkatan 4. Kandungan pembelajaran disusun secara progresif daripada konsep asas kepada situasi kontekstual bagi membolehkan pelajar membina kefahaman secara berperingkat. Elemen visual, teks ringkas, dan petunjuk keselamatan direka bentuk agar mudah diteroka serta menyerupai persekitaran sebenar makmal sekolah.

Fasa pembangunan melibatkan penghasilan fizikal ABM *EduDoll LabHouse* dalam bentuk sebuah kotak dollhouse yang mengandungi empat bilik mini makmal. Setiap bilik dibangunkan dengan perincian yang menepati tema keselamatan masing-masing, seperti mini PPE, model tong sisa, kit kecemasan, dan replika alat pemadam api. Bahan sokongan seperti kad petunjuk dan helaian penerangan turut dibangunkan bagi membantu pelajar mengikuti aliran pembelajaran secara sistematik. Proses pembangunan dilaksanakan secara iteratif melalui semakan sendiri dan semakan rakan bagi memastikan ketepatan kandungan, kejelasan visual, dan kebolegunaan ABM. Sebarang kelemahan dari segi reka bentuk, ketahanan bahan, atau susun atur diperbaiki sebelum digunakan dalam kajian rintis.

Fasa pelaksanaan dijalankan melalui kajian rintis yang melibatkan seramai 30 orang pelajar Tingkatan 4. Pelajar diperkenalkan kepada ABM *EduDoll LabHouse* dan diberi peluang untuk meneroka setiap bilik mengikut turutan yang ditetapkan. Sepanjang pelaksanaan, penyelidik memantau interaksi pelajar dengan ABM, khususnya cara mereka mengenal pasti petunjuk keselamatan dan membina kefahaman melalui pengalaman langsung. Bimbingan diberikan pada tahap minimum bagi mengekalkan prinsip konstruktivisme, di mana pelajar digalakkan membina makna melalui penerokaan sendiri dan perbincangan. Pelaksanaan kajian rintis ini bertujuan menilai kefungsi ABM dalam konteks PdP sebenar serta mengenal pasti aspek yang memerlukan penambahbaikan sebelum penilaian penuh dijalankan.

Fasa penilaian melibatkan pengedaran borang soal selidik kepada 159 orang pelajar Tingkatan 4 bagi menilai persepsi mereka terhadap penggunaan ABM *EduDoll LabHouse*. Soal selidik ini dibina untuk mengukur persepsi pelajar berdasarkan empat konstruk utama, iaitu kegunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan pembelajaran, dan kepuasan. Data yang diperolehi dianalisis untuk menilai tahap keberkesanan ABM dalam menyokong pembelajaran topik Langkah Keselamatan dalam Makmal. Selain itu, pemerhatian semasa kajian rintis turut digunakan sebagai data sokongan bagi menilai kesesuaian ABM *EduDoll LabHouse* dalam persekitaran bilik darjah sebenar.

Populasi dan Sampel Kajian

Populasi kajian ini terdiri daripada 216 orang pelajar Sains Teras Tingkatan 4 di sebuah sekolah menengah harian di daerah Penampang, Sabah. Sekolah ini dipilih sebagai lokasi kajian melalui teknik persampelan rawak mudah. Pemilihan satu sekolah sebagai tapak kajian membolehkan proses pengumpulan data dijalankan secara lebih sistematik dan efisien dari segi masa, kos, dan pengurusan, di samping meminimumkan gangguan terhadap jadual PdP sekolah. Berdasarkan Jadual Krejcie dan Morgan (1970), saiz sampel yang sesuai bagi populasi seramai 216 orang ialah seramai 136 orang

pelajar. Oleh itu, seramai 136 pelajar Tingkatan 4 dipilih sebagai sampel kajian menggunakan kaedah persampelan rawak mudah bagi memastikan setiap pelajar mempunyai peluang yang sama untuk dipilih. Saiz sampel ini adalah mencukupi untuk mewakili populasi dan meningkatkan kebolehpercayaan dapatan kajian.

Instrumen Kajian

Kajian ini menggunakan dua instrumen utama, iaitu borang penilaian kesahan muka dan kandungan serta borang soal selidik persepsi pelajar terhadap ABM *EduDoll LabHouse*. Borang kesahan muka dan kandungan digunakan untuk mendapatkan penilaian pakar terhadap kualiti visual dan ketepatan kandungan ABM. Dua orang pakar terlibat, iaitu seorang pensyarah universiti dalam bidang pendidikan kimia dan seorang guru Sains sekolah menengah. Penilaian kesahan muka memfokuskan reka bentuk visual rumah makmal dua tingkat, susun atur elemen dalam empat bilik simulasi, dan kejelasan teks naratif pembelajaran. Penilaian kesahan kandungan pula menilai keselarasan kandungan setiap bilik simulasi dengan standard pembelajaran dalam DSKP Sains Tingkatan 4, termasuk aspek PPE, pengurusan sisa, pengurusan kemalangan, dan penggunaan alat pemadam api. Borang soal selidik persepsi pelajar diadaptasi daripada *USE Questionnaire* (Lund, 2001) bagi mengukur persepsi pelajar dari segi kegunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan pembelajaran, dan kepuasan. Soal selidik ini mengandungi 32 item yang dibahagikan kepada empat konstruk utama dan menggunakan skala Likert empat mata, iaitu (1) sangat tidak setuju, (2) tidak setuju, (3) setuju, dan (4) sangat setuju. Pemilihan skala genap bertujuan mengelakkan kecenderungan responden memilih jawapan neutral dan seterusnya meningkatkan ketepatan gambaran sikap sebenar pelajar (Rushdi & Asbulah, 2022). Skala ini juga membolehkan kecenderungan persepsi pelajar ditentukan dengan jelas melalui nilai min skor bagi setiap konstruk (Shaari et al., 2008).

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Kesahan Instrumen Kajian

Sebelum pengumpulan data sebenar dijalankan, instrumen soal selidik persepsi terhadap ABM *EduDoll LabHouse* telah melalui proses penilaian kesahan oleh dua orang pakar (Jadual 1). Penilaian ini melibatkan kesahan muka dan kandungan bagi ABM serta kesahan item soal selidik persepsi pelajar. Kesahan instrumen ditentukan menggunakan kaedah peratus persetujuan pakar seperti yang disarankan oleh Noah dan Ahmad (2005). Menurut Tuckman dan Waheed (1981) serta Nordin (1995), nilai peratus persetujuan pakar melebihi 70% menunjukkan tahap kesahan yang tinggi dan instrumen tersebut sesuai digunakan dalam kajian. Berdasarkan analisis yang dijalankan, kesahan muka dan kandungan ABM *EduDoll LabHouse* mencatatkan peratus persetujuan yang sangat tinggi, iaitu 98.53% bagi kedua-dua pakar. Nilai ini membuktikan bahawa reka bentuk fizikal ABM adalah menarik, tersusun, serta kandungan keselamatan makmal yang dimuatkan selaras dengan standard pembelajaran dalam DSKP Sains Tingkatan 4. Para pakar turut bersetuju bahawa ABM ini sesuai digunakan untuk membantu pelajar membina kefahaman konsep keselamatan makmal secara kritis dan berstruktur. Bagi kesahan item dalam borang soal selidik persepsi, dapatan turut menunjukkan tahap kesahan yang sangat tinggi, dengan peratus persetujuan sebanyak 95.31% bagi Pakar 1 dan 99.22% bagi Pakar 2, menghasilkan purata keseluruhan sebanyak 97.27% (Jadual 2). Dapatan ini mengesahkan bahawa item-item soal selidik adalah sesuai dan sah untuk mengukur empat konstruk persepsi pelajar, iaitu kegunaan, kemudahan guna, kemudahan pembelajaran, dan kepuasan. Secara keseluruhan, tahap kesahan yang tinggi ini memberikan justifikasi saintifik bahawa ABM *EduDoll LabHouse* dan instrumen kajian yang dibangunkan adalah sah serta menepati piawaian penyelidikan pendidikan.

Jadual 1. Dapatan kesahan muka dan kandungan ABM *EduDoll LabHouse*

Pakar	Skor min	Skor maks	Peratus persetujuan (%)	Pandangan pakar
Pakar 1	67	68	98.53	Diterima
Pakar 2	67	68	98.53	Diterima
Purata			98.53	Diterima

Jadual 2. Dapatan kesahan borang soal selidik

Pakar	Skor min	Skor maks	Peratus persetujuan (%)	Pandangan pakar
Pakar 1	122	128	95.31	Diterima
Pakar 2	127	128	99.22	Diterima
Purata			97.27	Diterima

Kebolehpercayaan Instrumen Kajian

Selepas proses kesahan pakar, kajian rintis dijalankan bagi menentukan kebolehpercayaan instrumen soal selidik persepsi menggunakan pekali *Cronbach's Alpha* (Jadual 3). Kajian rintis ini melibatkan 30 orang pelajar Tingkatan 4 yang mempunyai ciri demografi yang sama dengan sampel kajian sebenar tetapi tidak terlibat dalam kajian utama. Nilai pekali *Cronbach's Alpha* keseluruhan bagi instrumen soal selidik persepsi ABM *EduDoll LabHouse* ialah 0.939, menunjukkan tahap kebolehpercayaan yang sangat tinggi. Selain itu, nilai kebolehpercayaan bagi setiap konstruk berada dalam julat 0.814 hingga 0.883, yang menepati piawai kebolehpercayaan yang dicadangkan oleh Nunnally dan Bernstein (1994). Dapatan ini menunjukkan bahawa item-item soal selidik mempunyai ketekalan dalaman yang kukuh dan bebas daripada ralat pengukuran yang serius. Hasil ini selari dengan dapatan Ahmad et al. (2024) yang menegaskan bahawa nilai *Cronbach's Alpha* yang tinggi mencerminkan keandalan instrumen pengukuran. Oleh itu, instrumen soal selidik persepsi ini dianggap sangat boleh dipercayai untuk digunakan dalam kajian sebenar.

Jadual 3. Dapatan instrumen soal selidik persepsi

Konstruk	Pekali <i>Cronbach's Alpha</i> (α)	Tahap kebolehpercayaan
Kegunaan	0.814	Sangat baik
Kemudahan Guna	0.865	Sangat Baik
Kemudahan pembelajaran	0.851	Sangat Baik
Kepuasan	0.883	Sangat Baik
Keseluruhan instrumen	0.939	Cemerlang

Persepsi Pelajar terhadap ABM *EduDoll LabHouse*

Konstruk Kegunaan

Analisis statistik deskriptif menunjukkan bahawa persepsi pelajar terhadap kegunaan ABM *EduDoll LabHouse* berada pada tahap tinggi dengan skor min keseluruhan 3.31 dan sisihan piawai 0.11 (Jadual 4). Majoriti pelajar bersetuju bahawa ABM ini membantu mereka memahami topik keselamatan makmal dengan lebih jelas, menjadikan proses pembelajaran lebih bermakna dan tidak bergantung kepada hafalan semata-mata. Keupayaan ABM ini menyokong persediaan peperiksaan serta memudahkan penguasaan isi pelajaran menunjukkan bahawa penggunaan simulasi dan bahan mawjud memberi kesan positif terhadap strategi pembelajaran pelajar. Nilai sisihan piawai yang rendah mencerminkan konsistensi persepsi positif dalam kalangan pelajar, sekali gus menegaskan peranan ABM ini dalam meningkatkan kefahaman konseptual dan keberkesanan pembelajaran.

Jadual 4. Persepsi pelajar Tingkatan 4 terhadap kegunaan ABM *EduDoll LabHouse*

No	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> membantu saya memahami topik dengan lebih jelas.	0	0	11	84
		0	0	11.58%	88.42%
2.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> menjimatkan masa saya semasa belajar.	1	3	66	25
		1.05%	3.16%	69.47%	26.32%
3.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> memudahkan saya membuat ulang kaji.	0	4	59	32
		0	4.21%	62.11%	33.68%
4.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> membantu saya menyiapkan tugas berkaitan topik.	0	7	65	23
		0	7.37%	68.42%	24.21%
5.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> membantu saya membuat persediaan untuk ujian	0	12	60	23
		0	12.63%	63.16%	24.21%
6.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> membantu saya memahami isi kandungan.	3	4	57	31
		3.16%	4.21%	60.00%	32.63%

7.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> membantu saya memberi tumpuan semasa belajar	1 1.05%	8 8.42%	45 47.37%	41 43.16%
8.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> membantu saya membina kefahaman secara berperingkat.	1 1.05%	5 5.26%	59 62.11%	30 31.58%
Min				3.31	
Sisihan Piawai				0.11	

Konstruk Kemudahan Guna

Bagi konstruk kemudahan guna, skor min keseluruhan ialah 3.14 dengan sisihan piawai 0.08, menunjukkan tahap persetujuan yang tinggi dan konsisten (Jadual 5). Pelajar mendapati ABM *EduDoll LabHouse* mudah digunakan, mempunyai arahan yang jelas, dan tidak mengelirukan semasa pembelajaran. Ciri mesra pengguna ini membolehkan pelajar meneroka ABM secara sendiri tanpa kebergantungan penuh kepada guru, seterusnya menyokong pembelajaran fleksibel dan berpusatkan pelajar. Dapatan ini mengesahkan bahawa reka bentuk fizikal dan struktur ABM *EduDoll LabHouse* adalah intuitif serta sesuai dengan tahap kognitif pelajar.

Jadual 5. Persepsi Pelajar Tingkatan 4 terhadap Kemudahan Guna ABM *EduDoll LabHouse*

No	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> mudah digunakan oleh saya.	0 0	7 7.37%	69 72.63%	19 20.00%
2.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> mempunyai arahan yang jelas.	0 0	5 5.26%	68 71.58%	22 23.16%
3.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> senang difahami oleh saya.	1 1.05%	5 5.26%	60 63.16%	29 30.53%
4.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> tidak memerlukan bantuan guru sepenuhnya.	0 0	26 27.37%	53 55.79%	16 16.84%
5.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> tidak mengelirukan saya semasa digunakan.	3 3.16%	18 18.98%	53 55.79%	21 22.11%
6.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> berfungsi dengan lancar semasa saya menggunakannya.	1 1.05%	8 8.42%	59 62.11%	27 28.42%
7.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> membolehkan saya belajar secara fleksibel.	1 1.05%	4 4.21%	69 72.63%	21 22.11%
8.	ABM <i>EduDoll LabHouse</i> mempunyai reka bentuk yang mesra pengguna.	0 0	2 2.11%	56 58.95%	37 38.95%
Min				3.14	
Sisihan Piawai				0.08	

Konstruk Kemudahan Pembelajaran

Konstruk kemudahan pembelajaran mencatatkan skor min 3.13 dengan sisihan piawai 0.07, menunjukkan persepsi pelajar yang sangat konsisten dan positif (Jadual 6). Pelajar melaporkan bahawa penggunaan ABM ini membantu mereka membina kefahaman secara sendiri, menyusun maklumat dengan lebih sistematik, serta menghubungkan pengetahuan sedia ada dengan konsep baharu. Keupayaan ABM ini memudahkan pembelajaran secara berperingkat dan kontekstual menunjukkan bahawa reka bentuk instruksional yang digunakan berjaya menyederhanakan topik keselamatan makmal yang kompleks kepada bentuk yang lebih mudah difahami. Dapatan ini menyokong prinsip pembelajaran konstruktivisme yang menekankan pembinaan makna melalui pengalaman langsung.

Jadual 6. Persepsi Pelajar Tingkatan 4 terhadap Kemudahan Pembelajaran ABM *EduDoll LabHouse*

No	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	Saya dapat membina kefahaman sendiri selepas menggunakan ABM <i>EduDoll LabHouse</i> .	1 1.05%	13 13.68%	63 66.32%	18 18.95%
2.	Saya dapat menyusun semula maklumat semasa menggunakan ABM <i>EduDoll LabHouse</i> .	0 0	14 14.74%	48 50.53%	33 34.74%
3.	Saya dapat menerangkan semula apa yang saya faham daripada ABM <i>EduDoll LabHouse</i> .	0 0	12 12.63%	56 58.95%	27 28.42%
4.	Saya dapat menghubungkankai pengetahuan lama dengan ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini.	1 1.05%	17 17.89%	50 52.63%	27 28.42%
5.	Saya dapat mengenal pasti konsep penting semasa menggunakan ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini.	0 0	7 7.37%	59 62.11%	29 30.53%
6.	Saya dapat membuat kesimpulan sendiri selepas aktiviti ABM <i>EduDoll LabHouse</i> digunakan.	1 1.05%	19 20.00%	52 54.74%	23 24.21%
7.	Saya dapat menyusun langkah pembelajaran saya semasa menggunakan ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini.	0 0	10 10.53%	63 66.32%	22 23.16%
8.	Saya lebih mudah menguasai isi pelajaran apabila menggunakan ABM <i>EduDoll LabHouse</i> .	2 2.11%	13 13.68%	45 47.37%	35 36.84%
Min		3.13			
Sisihan Piawai		0.07			

Konstruk Kepuasan

Bagi konstruk kepuasan, skor min tertinggi direkodkan iaitu 3.40 dengan sisihan piawai 0.04 (Jadual 7). Pelajar menyatakan tahap kepuasan yang sangat tinggi terhadap kandungan, reka bentuk fizikal, dan pengalaman pembelajaran yang disediakan oleh ABM *EduDoll LabHouse*. Elemen interaktif dan penggunaan bahan mautod menjadikan suasana pembelajaran lebih menyeronokkan, sekali gus meningkatkan penglibatan dan motivasi pelajar. Nilai sisihan piawai yang sangat rendah menunjukkan tahap kesepakatan yang tinggi dalam kalangan pelajar terhadap keberkesanan ABM ini sebagai bahan bantu mengajar.

Jadual 7. Persepsi Pelajar Tingkatan 4 terhadap Kepuasan ABM *EduDoll LabHouse*

No	Item	Kekerapan dan Peratus (%)			
		STS	TS	S	SS
1.	Saya berpuas hati dengan kandungan dalam ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini.	0 0	7 7.37%	53 55.79%	35 36.84%
2.	Saya berpuas hati dengan reka bentuk ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini.	0 0	5 5.26%	42 44.21%	48 50.53%
3.	Saya berpuas hati dengan cara ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini digunakan dalam kelas.	0 0	3 3.16%	51 53.68%	41 43.16%
4.	Saya berasa yakin semasa pembelajaran menggunakan ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini.	1 1.05%	8 8.42	48 50.53	38 40.00%
5.	Saya rasa pengalaman pembelajaran saya menjadi lebih menyeronokkan melalui ABM <i>EduDoll LabHouse</i> .	2 2.11%	1 1.05%	42 44.21%	50 52.63%
6.	Saya gembira dapat belajar menggunakan ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini dalam topik Langkah Keselamatan dalam Makmal.	0 0	3 3.16%	46 48.42%	46 48.42%
7.	Saya percaya ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini memberi nilai tambah dalam sesi pembelajaran.	1 1.05%	2 2.11%	53 55.79%	39 41.05%
8.	Saya berpuas hati dengan fungsi ABM <i>EduDoll LabHouse</i> ini sebagai bahan bantu mengajar.	1 1.05%	2 2.11%	46 48.42%	46 48.42%
Min		3.40			
Sisihan Piawai		0.04			

Dapatan kajian menunjukkan bahawa ABM *EduDoll LabHouse* diterima dengan sangat baik oleh pelajar Tingkatan 4 dari segi kegunaan, kemudahan guna, kemudahan pembelajaran, dan kepuasan.

Tahap min yang tinggi dan sisihan piawai yang rendah bagi semua konstruk membuktikan bahawa ABM ini bukan sahaja berkesan dalam meningkatkan kefahaman keselamatan makmal, malah konsisten dalam menyokong pengalaman pembelajaran yang bermakna. Dapatan ini menyokong literatur terdahulu yang menegaskan kepentingan penggunaan ABM maujud dan simulasi dalam meningkatkan kefahaman, penglibatan, dan keyakinan pelajar dalam pembelajaran Sains.

KESIMPULAN

Secara keseluruhannya, kajian ini membuktikan bahawa pembangunan ABM *EduDoll LabHouse* memberikan impak yang positif dan signifikan terhadap pembelajaran topik Keselamatan Makmal dalam kalangan pelajar Tingkatan 4. Dapatan kajian menunjukkan tahap persepsi pelajar yang tinggi merangkumi aspek kegunaan, kemudahan penggunaan, kemudahan pembelajaran, dan kepuasan, sekali gus mengesahkan keberkesanan ABM ini sebagai bahan pengajaran yang selari dengan keperluan pendidikan abad ke-21. Penggunaan elemen interaktif dan simulasi berasaskan model maujud telah berjaya meningkatkan kefahaman konseptual pelajar serta menjadikan pembelajaran keselamatan makmal lebih bermakna dan menarik. Selain itu, struktur pembelajaran yang sistematik melalui *EduDoll LabHouse* membantu pelajar membina kefahaman secara berperingkat, memudahkan ulang kaji sendiri, dan meningkatkan keyakinan dalam persediaan peperiksaan. Keupayaan ABM ini menyokong pembelajaran sendiri serta memudahkan pelaksanaan PdP berpusatkan pelajar menunjukkan potensinya sebagai aset pedagogi yang bernilai dalam ekosistem sekolah. Bagi memperluas keberkesanan dan kebolehcapaian ABM ini, kajian lanjutan dicadangkan untuk menambah baik reka bentuk fizikal agar lebih sesuai digunakan oleh kumpulan pelajar yang lebih besar, serta mengintegrasikan elemen multimedia seperti audio keselamatan bagi meningkatkan realisme pembelajaran. Selain itu, pembangunan versi digital atau berasaskan web wajar dipertimbangkan bagi menyokong pembelajaran fleksibel dan hibrid, seterusnya memperluas penggunaan *EduDoll LabHouse* dalam pengajaran keselamatan makmal di peringkat yang lebih luas.

PEMBIAYAAN

Penulis mengisytiharkan tiada Pembiayaan diberikan.

SUMBANGAN PENGARANG

Nurulsaidah Abdul Rahim berkhidmat sebagai penyelia utama untuk penyelidikan ini, memberikan bimbingan berterusan, maklum balas kritikal, dan ulasan kandungan terperinci sepanjang proses disertasi. Peranan beliau memainkan peranan penting dalam membentuk struktur, ketegasan akademik, dan hala tuju keseluruhan kajian yang disumbangkan dengan memberi inspirasi kepada fokus penyelidikan dan membantu mewujudkan penyelidikan asas. Nurul Aqilah Mohamed Sayuti memainkan peranan penting dalam menyemak pemformatan dan memastikan dokumen mematuhi piawaian akademik dan penyerahan.

KESEDIAAN DATA DAN BAHAN

Data tersedia atas permintaan daripada pengarang.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis mengisytiharkan tiada konflik kepentingan.

PENGISYTIHARAN AI GENERATIF

Semasa penyediaan kerja ini, pengarang menggunakan *Quillbot* dan *ChatGPT* untuk meningkatkan kejelasan penulisan. Selepas menggunakan *Quillbot* dan *ChatGPT*, pengarang menyemak dan mengedit kandungan seperti yang diperlukan dan mengambil tanggungjawab penuh untuk kandungan penerbitan.

REFERENCES

- Abdullah, N., Hashim, A.T., Mansor, R., Noh, N.M., Reduzan, N.H. (2013). Konstruktivisme: Dari kaca mata guru Sains dan Matematik. *Proceeding of the International Conference on Social Science Research*, Penang, Malaysia, p. 1231-1242.
- Ahmad, N., Alias, F.A., Hamat, M., Mohamed, S.A. (2024) Reliability analysis: Application of *Cronbach's Alpha* in research instruments. In *Pioneering the Future: Delving into e-Learning's Landscape*, Unit Penerbitan Jabatan Sains Komputer & Matematik, p. 114-119.
- Ayob, N.A., Salleh, W.M.N.H.W. (2024). Pembangunan dan kebolegunaan alat bantu mengajar *Ionic Wheeler* dalam subtopik Formula Kimia Tingkatan 4. *Jurnal Pendidikan Bitara UPSI*, 17(1), 116-121. doi: <https://doi.org/10.37134/bitara.vol17.1.11.2024>
- Azman, M.N.A., Azli, N.A., Mustapha, R., Balakrishnan, B., Isa, N.K.M. (2014). Penggunaan alat bantu mengajar ke atas guru pelatih bagi topik kerja kayu, paip dan logam. *Sains Humanika*, 3(1), 77-85.
- 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>
- Caymaz, B. (2021). Secondary school students' knowledge and views on laboratory safety. *Journal of Science Learning*, 4(3), 220-229. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i3.3075>
- 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>
- 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>
- Hamzah, N., Abdul Ghoni, M.Y.A., Ariffin, A., Zakaria, N., Rubani, S.N.K. (2023). Aplikasi Augmented Reality berkaitan tanda-tanda keselamatan dalam Makmal Sains Sekolah. *Innovative Teaching and Learning Journal*, 7 (1), 42-50. <https://doi.org/10.11113/itlj.v7.115>
- Han, F.H.S., Salleh, W.M.N.H.W., Mustafa, Z. (2025). Pembangunan dan persepsi guru pelatih terhadap kebolegunaan permainan papan berdasarkan 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>
- 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>
- Kamaruddin, Z., Isa, Z. (2022). Faktor-faktor yang mempengaruhi keberkesanan pelaksanaan pengurusan risiko makmal dan bengkel. *Journal of Quality Measurement and Analysis*, 18(3), 131-155.
- Kamaruddin, Z., Isa, Z., Jamaan@Sharman, S.H. (2024) Faktor yang mempengaruhi pengurusan risiko keselamatan di makmal: suatu kajian kepustakaan sistematik. *Sains Malaysiana*, 53(8), 1787-1810. <https://doi.org/10.17576/jsm-2024-5308-06>
- Khaton, S., Chua, Y.P., Kiong, T. K. (2020). A study of laboratory safety awareness among secondary school students. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 16(1), 130-135.
- 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>
- Krug, M., Huwer, J. (2023). Safety in the laboratory-An exit game lab rally in chemistry education. *Computers*, 12(3), 67. <https://doi.org/10.3390/computers12030067>
- Lund, M.A. (2001). Measuring usability with the USE Questionnaire. *Usability Interface*, 8(2), 3-6.
- Nazim, A.M. (2007). Psikologi Kognitif. Universiti Teknologi Malaysia, Johor.
- 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. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol13.2.10.2023>

- Noah, S.M., Ahmad, J. (2005). Pembinaan modul: Bagaimana membina modul latihan dan modul akademik. Penerbit Universiti Putra Malaysia.
- Nordin, A.B. (1995). Penilaian afektif. Kajang: Masa Enterprise.
- Nunnally, J.C., Bernstein, I.H. (1994). The assessment of reliability. *Psychometric Theory*, 3, 248-292.
- Omer, M.A. (2024). Technology-enhanced social learning (TSL) to foster critical thinking dispositions and thinking in writing. *Cogent Education*, 11(1), 2372188. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2372188>
- 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>
- Rushdi, N.A.A.M., Asbulah, L.H. (2022). Validity and reliability of the arabic productive vocabulary knowledge instrument at the higher education institution level (I-PVKA IPT) using the Rasch Measurement Model. *International Journal of Advanced Research*, 10(8), 1234-1244. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/15292>
- 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>
- Sahaat, Z., Nasri, N.M., Bakar, A.Y.A. (2020). ADDIE model in teaching module design process using modular method: Applied topics in design and technology subjects. *advances in social science. Education and Humanities Research*, 464, 719-724. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200824.161>
- Shaari, A.S., Yusof, A.A., Khan, M.K.J., Mei, T.S., Teong, L.K. (2008). Keadilan penilaian prestasi dalam kalangan guru dan hubungannya dengan motivasi kerja dan prestasi akademik sekolah. *International Journal of Management Studies*, 15, 159-176
- Steele, D.J., Kraetzer, S.K., Cassano, J.A. (2024). Stocked: An educational lab safety card game. *Journal of Chemical Education*, 102(1), 223-228. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00975>
- Sukri, N.S., Safrin, N.S., Kedri, F.K., Christianus, I., Sukri, M.A. (2024). Study on the factors that lead to laboratory accidents among university students. *IO Web of Conferences*, 131, 03013. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413103013>
- Tohari, B., Rahman, A. (2024). Konstruktivisme Lev Semonovich Vygotsky dan Jerome Bruner: Model pembelajaran aktif dalam pengembangan kemampuan kognitif anak. *Nusantara: Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(1), 209-228. <https://doi.org/10.14421/njpi.2024.v4i1-13>
- Tokiman, H., Zubir, N.M.A.M. (2024). Kaedah pengajaran berkesan: Antara keperluan pelajar dengan kepelbagaian strategi pengajaran pendidikan. *Jurnal Ilmi*, 14(1), 96-109.
- Trisna, M., Susanti, R.S., Iswari, R.S. (2021). Knowledgeanalysis of high school students on work safety in laboratory. *Bioeduscience*, 5(2), 137-141. <https://doi.org/10.22236/j.bes/526672>
- Tuckman, B.W., Waheed, M.A. (1981). Evaluating an individualized science programme for community college student. *Journal of Research in Science Teaching*, 18, 489-495. <https://doi.org/10.1002/tea.3660180603>
- Wahab, G., Rosnawati. (2021). Teori-teori belajar dan pembelajaran. Penerbit Adab (CV. Adanu Abimata).
- Zakaria, N., Abdullah, A.M., Shafie, F.A. (2022). Assessment of knowledge, attitudes and practices of laboratory personnel towards chemical safety in Universiti Teknologi MARA campuses, Malaysia. *Journal of Sustainability Science and Management*, 17(12), 105-119. <https://doi.org/10.46754/jssm.2022.12.010>