

# Penguasaan Kemahiran Proses Saintifik (KPS) Asas dan Bersepadu dalam Kalangan Pelajar (Mastery of Basic and Integrated Scientific Process Skills (SPS) Among Students)

Farid Arifin Md Arifin<sup>1\*</sup>, Kamisah Osman<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia

\*Pengarang Koresponden: [p147090@siswa.ukm.edu.my](mailto:p147090@siswa.ukm.edu.my)

Received: 23 December 2025 | Accepted: 3 February 2026 | Published: 1 March 2026

DOI: <https://doi.org/10.55057/ijares.2026.8.1.56>

**Abstrak:** Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti tahap penguasaan Kemahiran Proses Saintifik (KPS) asas dan bersepadu dalam kalangan pelajar Tingkatan 4 yang mengambil subjek Kimia. Kajian ini menggunakan reka bentuk kuantitatif dengan pendekatan tinjauan, melibatkan seramai 306 orang pelajar dari sekolah menengah di dua buah negeri. Instrumen kajian berbentuk soal selidik digunakan bagi mengukur tahap penguasaan KPS asas dan KPS bersepadu, manakala data dianalisis menggunakan statistik deskriptif yang melibatkan skor min dan sisihan piawai. Dapatan kajian menunjukkan bahawa tahap penguasaan KPS asas berada pada tahap sederhana tinggi dengan skor min 3.58 dan sisihan piawai 0.68, manakala tahap penguasaan KPS bersepadu juga berada pada tahap sederhana tinggi dengan skor min 3.44 dan sisihan piawai 0.67. Skor keseluruhan penguasaan KPS pelajar mencatat skor min 3.51 dengan sisihan piawai 0.66. Analisis terperinci menunjukkan bahawa item yang melibatkan kemahiran manipulatif dan penggunaan radas mencatat skor min yang lebih tinggi, manakala kemahiran yang melibatkan perancangan eksperimen, aplikasi stoikiometri dan penyesuaian prosedur eksperimen mencatat skor min yang lebih rendah. Dapatan ini menunjukkan bahawa pelajar mempunyai asas kemahiran saintifik yang baik, namun masih memerlukan pengukuhan dalam kemahiran saintifik aras tinggi. Kajian ini memberi implikasi penting terhadap pengajaran Kimia, khususnya keperluan untuk memperluas pendekatan pembelajaran berasaskan inkuiri bagi membangunkan pemikiran saintifik pelajar secara lebih bermakna.

**Kata Kunci:** kemahiran proses saintifik, KPS asas, KPS bersepadu, kimia tingkatan 4

**Abstract:** This study aims to identify the level of mastery of basic and integrated Scientific Process Skills (SPS) among Form 4 students taking Chemistry as a subject. The study employed a quantitative research design using a survey approach and involved a total of 306 students from secondary schools in two states. A questionnaire was used as the research instrument to measure the level of mastery of basic SPS and integrated SPS, while the data were analysed using descriptive statistics involving mean scores and standard deviations. The findings revealed that the level of mastery of basic SPS was at a moderately high level, with a mean score of 3.58 and a standard deviation of 0.68. Similarly, the level of mastery of integrated SPS was also at a moderately high level, with a mean score of 3.44 and a standard deviation of 0.67. The overall SPS mastery score recorded a mean of 3.51 with a standard deviation of 0.66.

*A detailed analysis showed that items involving manipulative skills and the use of laboratory apparatus recorded higher mean scores, whereas skills related to experimental planning, the application of stoichiometry, and the modification of experimental procedures recorded lower mean scores. These findings indicate that students possess a good foundation of scientific skills; however, further reinforcement is required for higher-order scientific skills. This study has important implications for the teaching of Chemistry, particularly the need to expand inquiry-based learning approaches to develop students' scientific thinking in a more meaningful manner.*

**Keywords:** scientific process skills, basic SPSS, integrated SPS, form 4 chemistry

---

## 1. Pendahuluan

Perkembangan pendidikan abad ke-21 menuntut pelajar bukan sahaja menguasai pengetahuan secara teoritikal, tetapi juga mampu mengaplikasikan KPS secara autentik dalam kehidupan seharian. Dalam pendidikan sains di Malaysia, KPS merupakan komponen teras dalam pengajaran dan pembelajaran (PdP) kerana membolehkan pelajar membina kefahaman melalui pendekatan inkuiri dan penyiasatan saintifik. KPS merangkumi dua kategori utama, iaitu KPS asas seperti memerhati, mengukur, membuat inferens dan meramal, serta KPS bersepadu yang melibatkan kemahiran mengenal pasti pemboleh ubah, merancang eksperimen, mentafsir data dan membina hipotesis.

KPS merupakan elemen penting dalam pembelajaran sains moden yang menekankan pemikiran kritis dan penyelesaian masalah (Padilla, 1990). Selaras dengan aspirasi pendidikan STEM dan keperluan abad ke-21, Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) bagi mata pelajaran Kimia telah mengintegrasikan kemahiran saintifik sebagai teras yang perlu dikuasai oleh pelajar. Penguasaan KPS secara berperingkat penting bagi memastikan pelajar mencapai tahap literasi sains yang tinggi, khususnya dalam mata pelajaran Kimia yang bersifat konseptual dan eksperimental.

KPS merujuk kepada kebolehan intelek dan psikomotor yang digunakan dalam menjalankan penyiasatan saintifik secara sistematik. Menurut Padilla (1990), penguasaan KPS membolehkan pelajar terlibat secara aktif dalam pembelajaran berasaskan inkuiri, seterusnya mengembangkan pemikiran kritis dan kebolehan menyelesaikan masalah. Dalam pengajaran Kimia, KPS berperanan menghubungkan teori dengan amali bagi membina pemahaman konsep yang lebih mendalam.

KPS lazimnya dibahagikan kepada kemahiran asas dan bersepadu (Haryanto et al., 2019). KPS asas menjadi asas kepada semua penyelidikan saintifik, manakala KPS bersepadu melibatkan kemahiran aras tinggi seperti mengawal pemboleh ubah, mentafsir data dan menjalankan eksperimen. Kedua-dua kemahiran ini perlu dikuasai secara berperingkat dan diberi penekanan dalam PdP serta pentaksiran sains.

Dalam konteks pentaksiran, Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) telah memperkenalkan Pentaksiran Kerja Amali Sekolah (PKS) sebagai sebahagian daripada Pentaksiran Berasaskan Sekolah (PBS) bagi menilai keupayaan pelajar mengaplikasikan kemahiran saintifik secara holistik. Kajian ini penting dari sudut teoritikal dan praktikal kerana menyumbang kepada literatur berkaitan hubungan antara penguasaan KPS dan pencapaian akademik pelajar Kimia

(Sim, 2021; Ellyza & Kamisah, 2018), di samping menyokong aspirasi pendidikan STEM dan PPPM 2013–2025 (Harlen, 2014; OECD, 2019).

Dalam kajian ini, fokus diberikan kepada pelajar Tingkatan 4 aliran Sains Tulen, iaitu pelajar berumur 16 tahun yang mengikuti subjek Kimia di sekolah menengah kerajaan berdasarkan KSSM dan telah menerima pendedahan kepada pembelajaran teori serta eksperimen asas dalam kimia sekurang-kurangnya selama satu penggal. Kajian ini dijalankan untuk mencapai objektif berikut;

- 1) Mengenal pasti tahap penguasaan kemahiran saintifik asas dan bersepadu dalam kalangan pelajar Kimia Tingkatan 4.

## 2. Penyataan Masalah

KPS merupakan elemen asas dalam pendidikan sains kerana berperanan membina pemikiran saintifik yang kritikal dan sistematik dalam kalangan pelajar. Melalui penguasaan KPS, pelajar berupaya menjalankan penyiasatan, mentafsir data dan menyelesaikan masalah secara logik, khususnya dalam mata pelajaran Kimia yang menuntut kefahaman konseptual dan prosedural. Walaupun KPM telah menekankan pelaksanaan PKS melalui pendekatan PBS, pelaksanaannya di bilik darjah masih berhadapan dengan pelbagai cabaran. Kajian oleh Isa dan Naim (2019) mendapati guru sains menengah menghadapi kekangan dari segi latihan, masa serta kekurangan sumber dan instrumen yang sesuai untuk melaksanakan pentaksiran KPS secara berkesan.

Selain itu, kebanyakan instrumen pentaksiran KPS yang digunakan di sekolah tidak dibangunkan secara sistematik dan kurang diuji dari segi kesahan konstruk serta kebolehpercayaan (Sukardiyono et al., 2020; Wesson et al., 2016; Adam & Callahan, 1995). Keadaan ini menyebabkan dapatan pentaksiran sukar ditafsir secara objektif dan menjejaskan keberkesanan pengajaran serta pemantauan perkembangan pelajar. Kajian Ellyza dan Kamisah (2018) turut menunjukkan bahawa walaupun terdapat kesedaran tentang kepentingan pentaksiran KPS, pelaksanaannya masih tidak konsisten dan kurang menyeluruh, khususnya dalam menilai pemikiran saintifik pelajar.

Di samping itu, guru didapati masih cenderung menggunakan pendekatan penilaian tradisional seperti ujian bertulis yang hanya menilai kemahiran mengingat dan memahami konsep asas (Norlly & Hamimah, 2019). Pendekatan ini tidak mencerminkan keupayaan sebenar pelajar dalam mengaplikasikan KPS seperti merancang eksperimen, mengenal pasti pemboleh ubah dan mentafsir hasil eksperimen, sedangkan kemahiran tersebut amat penting dalam pembelajaran Kimia. Kajian terdahulu juga menunjukkan bahawa tahap penguasaan KPS pelajar masih berada pada tahap sederhana dan tidak konsisten, terutamanya bagi KPS bersepadu seperti merancang eksperimen dan mengawal pemboleh ubah (Sim, 2021; Ellyza & Kamisah, 2018).

Dapatan kajian antarabangsa menunjukkan wujud hubungan signifikan antara penguasaan KPS dan pencapaian akademik pelajar dalam mata pelajaran Sains. Meta-analisis oleh Dolapcioglu dan Subasi (2020) melaporkan korelasi sederhana antara KPS dan prestasi akademik, manakala Ertepinar dan Geban (1996) mendapati pelajar yang menguasai KPS mencapai prestasi yang lebih tinggi dalam Kimia. Namun, kajian kuantitatif yang mengaitkan penguasaan KPS dengan pencapaian akademik dalam konteks pendidikan Kimia di Malaysia masih terhad.

Oleh itu, terdapat keperluan yang mendesak untuk menjalankan kajian empirikal yang menilai tahap penguasaan KPS pelajar Kimia Tingkatan 4 serta hubungannya dengan pencapaian akademik. Kajian ini diharap dapat mengisi jurang penyelidikan sedia ada dengan menyediakan bukti empirikal yang sahih, menyokong pembangunan instrumen pentaksiran KPS yang lebih sistematik dan membantu memperkukuh amalan pengajaran serta pentaksiran sains di sekolah.

### 3. Tinjauan Literasi

KPS merupakan komponen teras dalam pendidikan sains yang berperanan membentuk kebolehan pelajar untuk berfikir secara analitik, membuat penyiasatan empirikal serta membina pemahaman saintifik melalui pemerhatian dan penaakulan yang berasaskan bukti (Haryanto et al., 2019; Brotherton & Preece, 1995). Menurut Yeany et al. (1986), KPS terdiri daripada dua tahap utama yang saling melengkapi, iaitu kemahiran proses saintifik asas yang meliputi pemerhatian, pengukuran, pengelasan, inferens dan ramalan, serta kemahiran proses saintifik bersepadu seperti perumusan hipotesis, pengawalan pemboleh ubah, reka bentuk eksperimen dan pentafsiran data. Kajian terkini dalam dekad 2015–2025 menunjukkan bahawa kedua-dua kategori ini berfungsi secara hierarki di mana penguasaan kemahiran asas menjadi prasyarat kepada pembangunan kemahiran bersepadu yang lebih kompleks (Restiana & Djukri, 2021; Chokchai & Pimdee, 2019).

Dalam konteks pendidikan sains di Malaysia, KPS telah ditekankan dalam kurikulum sains menengah dan menjadi asas kepada pentaksiran berasaskan inkuiri yang diterapkan oleh KPM (Tek & Mohamad, 2013). Namun, beberapa kajian menunjukkan bahawa tahap penguasaan pelajar terhadap KPS masih berada pada tahap sederhana, khususnya dalam kemahiran bersepadu seperti membuat hipotesis dan mentafsir data (Sholihah et al., 2020; Tek et al., 2013). Di peringkat antarabangsa, kajian Sulistyana et al. (2023) dan Gizaw & Sota (2023) turut melaporkan dapatan serupa apabila pelajar menunjukkan keupayaan yang baik dalam kemahiran asas tetapi lemah dalam mengaplikasikan kemahiran bersepadu yang memerlukan pemikiran aras tinggi.

Kajian Haryanto et al. (2019) menjelaskan bahawa pendekatan pedagogi berasaskan inkuiri berpandu dan pembelajaran berasaskan masalah dapat meningkatkan penguasaan KPS kerana ia menuntut pelajar terlibat aktif dalam penyiasatan saintifik yang autentik. Tambahan pula, penggunaan teknologi seperti simulasi komputer dan makmal maya terbukti dapat memperkukuh kefahaman konseptual serta menghubungkan teori dengan amalan saintifik sebenar (Chen et al., 2025; Kibirige & Tsamago, 2019). Namun beberapa penyelidikan turut mengenal pasti cabaran utama seperti ketidakseimbangan liputan kemahiran asas dan bersepadu dalam buku teks (Hunegnaw & Melesse, 2023; Ko & Choi, 2019) serta kekurangan latihan profesional guru yang berfokus kepada amalan inkuiri (Hikmah et al., 2018).

#### **Kemahiran Proses Saintifik Asas (KPS Asas)**

KPS asas ialah teras kepada literasi saintifik dan penyelesaian masalah secara empirik. Ia meliputi kemahiran seperti pemerhatian, pengukuran, pengelasan, inferens, ramalan dan komunikasi saintifik (Haryanto et al., 2019; Chokchai & Pimdee, 2019). Kajian menunjukkan bahawa pelajar yang menguasai KPS asas cenderung lebih berjaya dalam memahami konsep saintifik yang kompleks dan seterusnya mampu membina kemahiran bersepadu yang lebih tinggi (Yeany et al., 1986).

Dalam konteks pedagogi, pendekatan *inquiry-based learning* (IBL) dan PBL dikenal pasti paling berkesan dalam meningkatkan penguasaan KPS asas kerana ia menuntut pelajar terlibat secara aktif dalam mengenal pasti masalah, merancang eksperimen, serta mentafsir hasil dapatan (Nurhayati et al., 2021; Halim et al., 2021). Kajian empirikal oleh Choirunnisa et al. (2018) yang menggunakan model pembelajaran 5E (*Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate*) menunjukkan peningkatan signifikan dalam kemahiran pemerhatian dan pengukuran pelajar sekolah rendah apabila guru menggunakan kaedah inkuiri berpandu.

Dalam aspek pentaksiran, Tek dan Mohamad (2013) membangunkan dan menentusah Instrumen Kemahiran Proses Sains (T-BIPS) bagi pelajar menengah yang menilai tujuh kemahiran asas dan lima kemahiran bersepadu. Instrumen ini menunjukkan kebolehpercayaan yang tinggi dan sesuai untuk menilai kemahiran saintifik pelajar secara holistik. Kajian lanjut oleh Alqawasmi et al. (2024) menegaskan bahawa penggunaan simulasi interaktif PhET dalam pengajaran fizik meningkatkan prestasi pelajar dalam pemerhatian dan inferens berbanding kaedah tradisional.

Walau bagaimanapun, hasil tinjauan oleh Sholihah et al. (2020) menunjukkan bahawa tahap penguasaan keseluruhan KPS asas dalam kalangan pelajar sekolah menengah masih sederhana, khususnya dalam kemahiran membuat ramalan dan inferens. Hal ini disebabkan oleh pendekatan pengajaran yang masih berpusatkan guru serta kekurangan latihan eksperimen terbuka yang memupuk pemikiran saintifik bebas.

Berdasarkan dapatan terkini, pengintegrasian teknologi digital, makmal maya dan alat penilaian kontekstual diperlukan bagi menilai KPS asas secara lebih autentik. Praveen Javali et al. (2025) menegaskan bahawa persekitaran pembelajaran maya berupaya menambah baik KPS asas melalui pengalaman saintifik berasaskan simulasi yang interaktif dan inklusif.

### **Kemahiran Proses Saintifik Bersepadu (KPS Bersepadu)**

KPS bersepadu pula melibatkan tahap kemahiran yang lebih kompleks seperti rumusan hipotesis, pengawalan pemboleh ubah, takrifan definisi secara operasional, reka bentuk eksperimen, pentafsiran data dan komunikasi saintifik (Yeany et al., 1986; Padilla et al., 1984). KPS bersepadu mencerminkan keupayaan pelajar untuk berfikir secara kritikal dan saintifik melalui penyiasatan empirik yang sistematik dan berasaskan bukti (Sha & Liu, 2009).

Kajian Restiana dan Djukri (2021) melalui meta-analisis menunjukkan bahawa strategi pembelajaran berasaskan inkuiri berpandu menghasilkan peningkatan ketara dalam KPS bersepadu berbanding kaedah tradisional. Model pembelajaran 5E turut disokong oleh Choirunnisa et al. (2018) kerana struktur kitaran pembelajaran ini membantu pelajar membina hipotesis, melaksanakan eksperimen dan menilai hasil dengan lebih reflektif.

Kajian Sulistyana et al. (2023) pula mendapati penggunaan e-modul Mosiry yang berasaskan inkuiri mempertingkatkan kemahiran pelajar dalam mentafsir data dan membuat kesimpulan saintifik. Di samping itu, Kibirige dan Tsamago (2019) membuktikan bahawa penggunaan simulasi komputer bukan sahaja memperkukuh pemahaman konseptual pelajar tetapi juga keupayaan mereka dalam menghubungkan teori dengan amalan saintifik. Kajian Chen et al. (2025) menyokong penemuan ini apabila pelajar yang mengikuti pembelajaran fizik berasaskan makmal maya menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam kecekapan penyiasatan saintifik dan reka bentuk eksperimen.

Walaupun pelbagai intervensi berkesan telah dilaksanakan, masih wujud kekangan pada tahap kurikulum dan penilaian. Menurut Hunegnaw dan Melesse (2023), buku teks kimia masih cenderung menekankan kemahiran asas seperti pemerhatian dan komunikasi, sedangkan kemahiran bersepadu kurang diintegrasikan dalam aktiviti pembelajaran. Gizaw dan Sota (2023) menegaskan keperluan untuk membangunkan alat pentaksiran yang sah dan sensitif terhadap perbezaan budaya bagi mengukur KPS bersepadu secara adil dan menyeluruh.

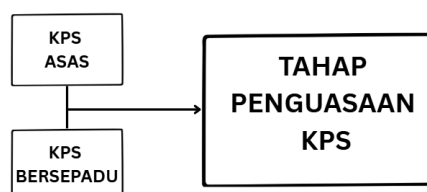
Secara teorinya, peralihan daripada kemahiran asas kepada bersepadu menepati model perkembangan kognitif Piaget dan taksonomi Bloom yang menekankan keperluan pelajar bergerak daripada peringkat pengetahuan dan kefahaman kepada aplikasi, analisis dan sintesis. Oleh itu, pembangunan kurikulum perlu menitikberatkan keseimbangan antara aktiviti eksplorasi (KPS asas) dan penyiasatan kompleks (KPS bersepadu) bagi memastikan literasi saintifik yang menyeluruh dan lestari (Arifin et al., 2025).

Dalam konteks Malaysia, bukti empirikal mengenai hubungan ini masih terhad dan kebanyakan kajian yang dijalankan lebih bersifat deskriptif tanpa menilai hubungan statistik antara kedua-dua konstruk tersebut. Oleh itu, satu kajian yang sistematik dan berasaskan data diperlukan untuk menilai tahap penguasaan sebenar pelajar terhadap KPS asas dan bersepadu serta implikasinya terhadap pencapaian akademik.

### **Kerangka Konseptual**

KPS merupakan antara konstruk penting dalam pendidikan sains yang sering dikaitkan dengan kejayaan pelajar dalam memahami dan mengaplikasikan konsep saintifik. Dalam konteks mata pelajaran kimia Tingkatan 4, penguasaan KPS menjadi asas kepada pembelajaran melalui eksperimen, pentafsiran data dan penaakulan saintifik. Kajian ini memfokuskan kepada dua komponen utama KPS, iaitu KPS Asas seperti memerhati, mengelas, mengukur, membuat inferens dan meramal dan KPS Bersepadu seperti mengenal pasti pemboleh ubah, mentafsir data, merancang eksperimen dan membuat hipotesis, yang dikaji secara berasingan bagi menilai kesannya terhadap prestasi akademik pelajar dalam subjek Kimia.

Sebagai asas kepada pemahaman hubungan antara pemboleh ubah, satu kerangka konsep kajian telah dibentuk seperti dalam Rajah 1 di bawah. Rajah ini menunjukkan bagaimana penguasaan KPS asas dan KPS bersepadu bertindak sebagai pemboleh ubah bebas yang mempengaruhi tahap penguasaan KPS pelajar. Kerangka ini dibina berdasarkan penyesuaian daripada model konseptual dalam kajian Harlen (2014) dan kajian tempatan seperti oleh Tan dan Subramaniam (2019), yang menekankan keperluan mengasingkan komponen KPS bagi mendapatkan analisis yang lebih tepat dan bermakna.



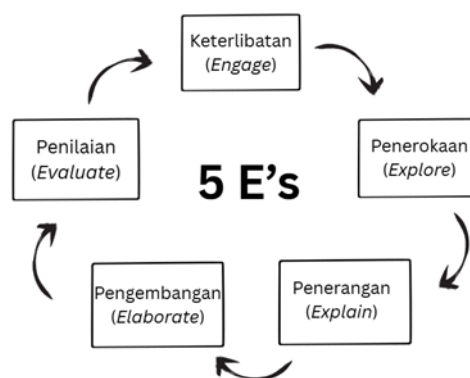
**Rajah 1: Kerangka Konsep Kajian**

## Kerangka Teori

Kajian ini disokong oleh gabungan beberapa teori pendidikan yang memberi panduan kepada pembinaan konstruk, pemboleh ubah dan reka bentuk kajian secara keseluruhan. Antara teori utama yang menjadi asas kepada kajian ini ialah Teori Konstruktivisme oleh Piaget dan Vygotsky, Model Pembelajaran 5E oleh Bybee (1997) dan Teori Penilaian Autentik oleh Black dan Wiliam (2009). Ketiga-tiga teori ini dipilih kerana ia berperanan penting dalam menjelaskan bagaimana pelajar membina pengetahuan saintifik, menguasai kemahiran saintifik, dan bagaimana kemahiran tersebut boleh dinilai secara sah dan sistematik dalam bilik darjah.

Teori Konstruktivisme menyatakan bahawa pelajar membina pengetahuan melalui pengalaman mereka sendiri dan melalui interaksi sosial dengan persekitaran (Vygotsky, 1987; Piaget, 1977). Dalam konteks penguasaan KPS, pelajar tidak hanya menerima fakta secara pasif, tetapi mereka perlu melalui proses saintifik seperti membuat inferens, memerhati fenomena dan menjalankan eksperimen bagi membina pemahaman konsep secara aktif. KPS asas seperti pemerhatian dan inferens selari dengan idea Piaget tentang pembangunan kognitif, manakala KPS bersepadu seperti merancang eksperimen dan mentafsir data menggambarkan peranan sokongan sosial dalam Zon Proksimal Perkembangan (ZPD) yang diketengahkan oleh Vygotsky.

Model Pembelajaran 5E pula menawarkan kerangka pedagogi yang menyeluruh dalam pelaksanaan pembelajaran sains seperti dalam Rajah 2. Lima fasa dalam model ini iaitu keterlibatan (*Engage*), penerokaan (*Explore*), penerangan (*Explain*), pengembangan (*Elaborate*) dan penilaian (*Evaluate*), membimbing pelajar secara sistematik untuk membina kemahiran 14 saintifik melalui pembelajaran berasaskan inkuiri. Sebagai contoh dalam fasa *Explore*, pelajar akan terlibat dalam aktiviti eksperimen yang menggalakkan pembangunan KPS asas dan bersepadu. Dalam fasa *Explain* dan *Elaborate*, mereka belajar membuat hipotesis, mentafsir data dan menyusun laporan eksperimen. Kesemua ini adalah kemahiran saintifik bersepadu. Model ini sangat bersesuaian dengan pendekatan pembelajaran Kimia Tingkatan 4 yang berasaskan eksperimen dan amali.



Rajah 2: Model Pembelajaran 5E

Seterusnya, kerangka teoritikal ini diperkukuhkan dengan Teori Penilaian Autentik oleh Black dan Wiliam (2009), yang menekankan penilaian sebagai proses pembelajaran, bukan hanya ukuran hasil akhir. Mereka mencadangkan supaya penilaian dilakukan dalam konteks sebenar dan berasaskan tugas dunia sebenar seperti projek makmal dan laporan saintifik.

#### 4. Metodologi

Kajian ini menggunakan reka bentuk kajian kuantitatif. Kajian ini dilaksanakan di sekolah menengah kerajaan yang menawarkan kelas aliran Sains Tulen di Malaysia yang melibatkan 306 orang responden. Instrumen kajian yang digunakan soal selidik yang diadaptasi berasaskan konstruk KPS seperti yang dihuraikan oleh Padilla (1990) dan Harlen (2014). Soal selidik ini mengandungi dua bahagian utama. Bahagian A menumpu kepada demografi responden dan Bahagian B mengandungi 45 item yang menilai penguasaan KPS asas sebanyak 22 item dan KPS bersepadu sebanyak 23 item, dengan menggunakan Skala Likert skor 5. Bagi memastikan kesahan dan kebolehpercayaan instrumen, soal selidik ini telah dinilai dari segi kesahan muka dan kandungan oleh lima orang pakar dalam bidang pendidikan Kimia dan pengukuran pendidikan. Kajian rintis turut dijalankan terhadap 30 pelajar untuk menentukan pekali kebolehpercayaan Alpha Cronbach, dan nilai pekali  $\geq 0.70$  dianggap menunjukkan kebolehpercayaan dalaman yang baik (Sidek Mohd Noah 2013). Data dianalisis menggunakan pendekatan analisis yang merangkumi analisis deskriptif dan inferensi seperti analisis Ujian-T dan ANOVA. Jenis data yang dikumpulkan iaitu skor soal selidik berkaitan tahap penguasaan KPS yang merangkumi KPS asas dan bersepadu. Analisis yang dinyatakan di atas dijalankan menggunakan perisian ‘Statistical Package for Social Science (SPSS 30)’.

#### 5. Dapatan

Dalam kajian ini, kaedah analisis statistik deskriptif akan digunakan untuk menjawab objektif kajian iaitu mengenal pasti tahap penguasaan kemahiran saintifik dalam kalangan pelajar. Maklumat yang digunakan daripada soal selidik akan dianalisis dalam bentuk nilai min, sisihan piawai, nilai minimum, nilai maksimum dan peratusan. Skor min akan dikelaskan dan diinterpretasikan kepada empat tahap seperti yang digambarkan dalam Jadual 1.

**Jadual 1: Interpretasi Skor Min**

Skor Min	Tahap Penilaian
1.00 hingga 2.00	Rendah
2.01 hingga 3.00	Sederhana Rendah
3.01 hingga 4.00	Sederhana Tinggi
4.01 hingga 5.00	Tinggi

Skala interpretasi min ini juga berpandukan kepada skala yang ditetapkan oleh pengkaji-pengkaji terdahulu dalam kajian yang telah dijalankan. Skala Jadual 1 telah digunakan oleh Norfadilah (2014) dan Ghazali & Mohd Khairi (2013).

#### Dapatan Tahap Penguasaan KPS Asas dan Bersepadu dalam kalangan pelajar

Jadual 2 menunjukkan analisis deskriptif tahap penguasaan KPS dalam kalangan pelajar Tingkatan 4 yang mengambil subjek Kimia. Dapatan ini menunjukkan bahawa secara keseluruhan, pelajar mempunyai tahap penguasaan KPS yang sederhana tinggi, dengan penguasaan KPS Asas adalah lebih tinggi berbanding KPS Bersepadu.

**Jadual 2: Analisis Dapatan Bagi Tahap Penguasaan KPS Dalam Kalangan Pelajar**

Konstruk	Skor Min	Sisihan Piawai	Interpretasi
KPS Asas	3.58	0.68	Sederhana Tinggi
KPS Bersepadu	3.44	0.67	Sederhana Tinggi
Skor Keseluruhan	3.51	0.66	Sederhana Tinggi

### Analisis Tahap Penguasaan KPS Asas

Analisis terperinci bagi KPS Asas menunjukkan bahawa kesemua item berada pada tahap sederhana tinggi, menandakan pelajar mempunyai asas kemahiran saintifik yang baik dan stabil. Walau bagaimanapun, terdapat perbezaan dari segi kekuatan penguasaan antara item tertentu.

**Jadual 3: Analisis Dapatan Bagi Tahap Penguasaan KPS Asas Mencatat Skor Min Tertinggi**

Item	Persoalan Item	Skor Min	Interpretai
4	Saya mampu mengukur isi padu cecair dengan silinder penyukat secara tepat.	3.95	Sederhana Tinggi
8	Saya boleh menyukat bacaan suhu menggunakan termometer dengan tepat dalam tindak balas kimia.	3.84	Sederhana Tinggi
16	Saya boleh menggunakan alat radas dengan betul.	3.86	Sederhana Tinggi

Berdasarkan Jadual 3, item yang mencatat skor min tertinggi ialah Item 4, 8 dan 16 yang berkaitan dengan kemahiran mengukur, menggunakan alat pengukuran dan kemahiran manipulatif menggunakan alat radas makmal. Kesemua kemahiran ini tergolong dalam KPS asas yang bersifat prosedural dan psikomotor. Ini menunjukkan pelajar mempunyai penguasaan yang baik terhadap kemahiran asas yang sering diaplikasikan secara berulang dalam kerja amali Kimia, seperti menyukat isipadu menggunakan silinder penyukat, membaca suhu menggunakan termometer dan mengendalikan radas dengan betul. Dalam konteks pembelajaran Kimia Tingkatan 4, kemahiran ini merupakan prasyarat penting untuk menjalankan eksperimen dengan selamat dan tepat, terutamanya dalam topik seperti larutan, kadar tindak balas dan termokimia.

**Jadual 4: Analisis Dapatan Bagi Tahap Penguasaan KPS Asas Mencatat Skor Min Terendah**

Item	Persoalan Item	Skor Min	Interpretai
3	Saya boleh mengelaskan bahan kimia mengikut ciri-ciri kimia.	3.35	Sederhana Tinggi
14	Saya boleh mengenal pasti kesilapan umum dalam langkah eksperimen.	3.37	Sederhana Tinggi
19	Saya boleh mentafsir hubungan antara jumlah mol bahan dan kepekatan larutan semasa menyediakan larutan garam.	3.34	Sederhana Tinggi

Sebaliknya, Jadual 4 menunjukkan item 3, 14 dan 19 mencatat skor min terendah ini melibatkan kemahiran mengelaskan bahan kimia berdasarkan ciri kimia, mengenal pasti kesilapan dalam langkah eksperimen dan mentafsir hubungan kuantitatif antara mol dan kepekatan larutan. Walaupun berada pada tahap sederhana tinggi, dapatan ini menunjukkan bahawa pelajar menghadapi kesukaran apabila kemahiran asas memerlukan pemahaman konsep kuantitatif serta penaakulan konseptual dan analisis kognitif, bukan sekadar pelaksanaan prosedur. Keupayaan mengenal pasti kesilapan eksperimen pula menuntut pelajar membuat refleksi terhadap prosedur, menilai ketepatan langkah dan memahami implikasi ralat terhadap keputusan eksperimen.

Secara keseluruhan, dapatan ini membuktikan bahawa pelajar telah menguasai KPS Asas dengan baik, namun pengukuhan masih diperlukan terutamanya dalam kemahiran yang melibatkan penaakulan dan analisis konsep Kimia.

### Analisis Tahap Penguasaan KPS Bersepadu

Bagi KPS Bersepadu, dapatan menunjukkan bahawa semua item berada pada tahap sederhana tinggi, namun skor min keseluruhannya adalah lebih rendah berbanding KPS Asas. Hal ini

menunjukkan bahawa kemahiran bersepadu memerlukan keupayaan pemikiran aras tinggi dan pengalaman inkuiri yang lebih mendalam.

**Jadual 5: Analisis Dapatan Bagi Tahap Penguasaan KPS Bersepadu Mencatat Skor Min Tertinggi**

Item	Persoalan Item	Skor Min	Interpretai
30	Saya boleh menggunakan semua alat radas eksperimen dengan baik	3.82	Sederhana Tinggi
37	Saya boleh menilai sama ada hipotesis eksperimen disokong atau ditolak berdasarkan hasil.	3.68	Sederhana Tinggi
42	Saya boleh menjelaskan perubahan warna yang berlaku semasa eksperimen sebenar.	3.64	Sederhana Tinggi

Berdasarkan Jadual 5, item yang mencatat skor min tertinggi ialah item 30, 37 dan 42 yang berkaitan dengan penggunaan radas secara menyeluruh, menilai sama ada hipotesis disokong oleh data dan menjelaskan perubahan yang diperhatikan semasa eksperimen. Kemahiran ini mencerminkan KPS Bersepadu yang berasaskan pengalaman eksperimen langsung, khususnya pada peringkat interpretasi hasil eksperimen yang masih berpandu. Skor min yang lebih tinggi menunjukkan bahawa pelajar lebih berupaya mentafsir hasil eksperimen apabila situasi tersebut konkrit, dapat diperhatikan secara langsung dan mempunyai jawapan yang relatif jelas.

**Jadual 6: Analisis Dapatan Bagi Tahap Penguasaan KPS Bersepadu Mencatat Skor Min Terendah**

Item	Persoalan Item	Skor Min	Interpretai
27	Saya boleh mencadangkan eksperimen alternatif untuk mengesahkan keputusan.	3.16	Sederhana Tinggi
28	Saya boleh menggunakan prinsip stoikiometri dalam menulis persamaan kimia.	3.21	Sederhana Tinggi
44	Saya boleh mengubah prosedur eksperimen mengikut keperluan hipotesis yang berbeza.	3.26	Sederhana Tinggi

Sebaliknya, Jadual 6 menunjukkan item yang mencatat skor min terendah ialah item 27, 28 dan 44 yang melibatkan kemahiran mencadangkan eksperimen alternatif, mengaplikasikan prinsip stoikiometri dan mengubah suai prosedur eksperimen mengikut hipotesis yang berbeza. Kemahiran ini merupakan antara KPS Bersepadu aras tinggi yang menuntut pelajar berfikir secara kritikal, kreatif dan reflektif. Skor min yang lebih rendah menunjukkan bahawa pelajar kurang mahir dalam membuat keputusan saintifik secara sendiri, khususnya apabila tiada prosedur tetap atau jawapan tunggal.

Secara ringkasnya, walaupun tahap penguasaan KPS Bersepadu adalah memuaskan, dapatan ini jelas menunjukkan keperluan untuk memperkukuh kemahiran aras tinggi melalui pendekatan pengajaran yang lebih berfokuskan inkuiri, eksperimen terbuka dan penyelesaian masalah.

## 6. Perbincangan

Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa tahap penguasaan KPS Asas dan KPS Bersepadu dalam kalangan pelajar Kimia Tingkatan 4 berada pada tahap sederhana tinggi, dengan KPS Asas mencatat skor min yang lebih tinggi berbanding KPS Bersepadu. Corak ini konsisten dengan sorotan Padilla yang menjelaskan bahawa kemahiran asas lebih mudah dikuasai dan menjadi asas kepada penguasaan kemahiran bersepadu kerana sifatnya yang lebih rutin dan kerap diaplikasikan dalam aktiviti makmal. Harlen (2013) juga menegaskan bahawa kemahiran

proses asas lazimnya berkembang lebih awal berbanding kemahiran inkuiri yang lebih kompleks apabila murid sering terlibat dengan tugas amali berstruktur.

Penguasaan yang lebih tinggi dalam item KPS Asas yang melibatkan penggunaan radas, pengukuran dan pemerhatian menunjukkan bahawa pendekatan pembelajaran berasaskan amali yang diamalkan di sekolah berjaya menyokong perkembangan kemahiran prosedural dan manipulatif pelajar. Dapatan ini selari dengan ulasan Hofstein dan Lunetta (2004) yang merumuskan bahawa kerja makmal, khususnya yang berformat lebih berstruktur, cenderung meningkatkan kemahiran manipulatif dan kefahaman asas sains pelajar.

Walau bagaimanapun, skor min yang lebih rendah bagi item KPS Asas seperti mentafsir hubungan kuantitatif dan mengenal pasti kesilapan eksperimen menunjukkan bahawa pelajar masih lemah dalam aspek penaakulan saintifik yang melibatkan analisis dan refleksi kritikal terhadap data. Penemuan ini seiring dengan laporan kajian yang menunjukkan pelajar sekolah menengah sering menghadapi kesukaran apabila tugas eksperimen memerlukan pentafsiran data, hujah saintifik dan justifikasi berasaskan bukti, berbanding sekadar mengikuti prosedur langkah demi langkah (Abrahams & Reiss, 2012; Millar, 2004).

Bagi KPS Bersepadu, dapatan menunjukkan bahawa walaupun tahap penguasaan keseluruhan berada pada tahap sederhana tinggi, kemahiran yang melibatkan perancangan eksperimen, penyesuaian prosedur dan cadangan eksperimen alternatif mencatat skor min yang lebih rendah berbanding kemahiran asas. Corak ini menyokong pandangan Bybee (1997) serta Lederman et al. (2013) bahawa kemahiran inkuiri dan kemahiran saintifik aras tinggi menuntut pengalaman pembelajaran berasaskan inkuiri yang autentik, terbuka dan berulang, dan tidak dapat dibangunkan secara optimum melalui eksperimen tertutup yang sangat dipandu sahaja.

Selain itu, kelemahan dalam aplikasi konsep stoikiometri serta pengubahsuaian prosedur eksperimen mencadangkan bahawa pelajar kurang diberi ruang untuk membuat keputusan saintifik secara sendiri dalam konteks eksperimen kimia. Hal ini selari dengan hujah Abrahams dan Reiss (2012) bahawa pengajaran sains yang terlalu berorientasikan peperiksaan dan menekankan pematuhan prosedur boleh menghadkan pembangunan kemahiran berfikir aras tinggi, kreativiti saintifik dan kefahaman konseptual yang mendalam dalam kerja amali.

Secara keseluruhannya, dapatan kajian ini mengukuhkan bukti empirikal bahawa penguasaan KPS pelajar adalah tidak seimbang antara kemahiran asas dan bersepadu, dengan kecenderungan penguasaan yang lebih baik bagi kemahiran asas berbanding kemahiran saintifik aras tinggi seperti penaakulan, penilaian dan sintesis. Corak ketidakseimbangan ini turut dilaporkan dalam kajian tempatan seperti Ong et al. (2013) dan Mohd Al-Junaidi dan Ong (2013), mendapati pelajar Malaysia secara umumnya menguasai kemahiran asas dengan lebih baik, namun masih lemah dalam kemahiran proses saintifik yang lebih kompleks dan abstrak.

Dapatan kajian ini membawa implikasi penting terhadap amalan PdP Kimia di peringkat menengah atas. Tahap penguasaan KPS Asas yang lebih tinggi berbanding KPS Bersepadu menunjukkan bahawa pengajaran sedia ada telah berjaya membina kemahiran asas pelajar, khususnya dalam aspek manipulatif dan prosedural. Oleh itu, guru disarankan untuk mengekalkan amalan kerja amali berstruktur, namun pada masa yang sama menambah baik strategi pengajaran dengan memberi penekanan kepada aktiviti yang merangsang penaakulan saintifik dan pemikiran kritis.

Selain itu, dapatan yang menunjukkan kelemahan relatif dalam KPS Bersepadu seperti merancang eksperimen, mencadangkan eksperimen alternatif dan mengubah prosedur eksperimen memberi implikasi bahawa pendekatan pengajaran yang terlalu berpandukan arahan langkah demi langkah perlu dikurangkan. Pendekatan pembelajaran berasaskan inkuiri, eksperimen terbuka dan penyelesaian masalah wajar diperluaskan agar pelajar diberi ruang untuk membuat keputusan saintifik, menilai kebolehpercayaan data dan membina justifikasi secara sendiri.

Dari sudut pembangunan kurikulum dan pentaksiran, implikasi kajian ini menunjukkan keperluan untuk menyepadukan elemen KPS Bersepadu secara lebih eksplisit dalam aktiviti bilik darjah dan pentaksiran formatif. Pentaksiran autentik seperti laporan eksperimen terbuka, projek penyiasaan dan pembentangan dapatan boleh membantu mengukuhkan penguasaan kemahiran saintifik aras tinggi, seterusnya menyediakan pelajar menghadapi cabaran pembelajaran sains di peringkat yang lebih tinggi.

## **7. Kesimpulan**

Secara keseluruhannya, kajian ini memberikan gambaran yang jelas bahawa pelajar Kimia Tingkatan 4 memiliki tahap penguasaan Kemahiran Proses Saintifik yang baik, khususnya dalam aspek kemahiran asas. Keupayaan pelajar mengendalikan radas, membuat pemerhatian dan menjalankan prosedur eksperimen dengan betul membuktikan bahawa asas pembelajaran sains telah berjaya dibentuk di peringkat sekolah.

Namun demikian, perbezaan tahap penguasaan antara KPS Asas dan KPS Bersepadu menandakan wujudnya jurang yang perlu diberi perhatian serius. Jurang ini bukan sekadar mencerminkan kelemahan pelajar, sebaliknya menjadi petunjuk bahawa pendekatan pengajaran perlu beralih daripada penekanan kepada pematuhan prosedur semata-mata kepada pembangunan pemikiran saintifik yang lebih mendalam, reflektif dan bermakna.

Sebagai penutup, kajian ini menegaskan bahawa usaha memperkukuh KPS Bersepadu bukan sahaja penting untuk meningkatkan pencapaian akademik Kimia, malah berperanan besar dalam melahirkan pelajar yang mampu berfikir secara saintifik, membuat keputusan berasaskan bukti dan mengaplikasikan ilmu Kimia dalam konteks dunia sebenar. Dengan sokongan pedagogi yang tepat, potensi pelajar untuk berkembang sebagai generasi pemikir saintifik abad ke-21 adalah amat besar dan tidak wajar dipandang remeh.

## **Penghargaan**

Penulis merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia dan pihak Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia yang telah memberikan bimbingan, maklum balas dan sokongan sepanjang pelaksanaan kertas projek ini. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Bahagian Tajaan Pendidikan, Kementerian Pendidikan Malaysia yang menjadi sumber kewangan biasiswa sepanjang menjalani program pendidikan di peringkat Sarjana.

## **Pernyataan Konflik Kepentingan**

Penulis mengisytiharkan tiada sebarang konflik kepentingan, kewangan mahupun bukan kewangan, yang boleh mempengaruhi reka bentuk, pelaksanaan, analisis dan pelaporan kertas projek ini.

## Rujukan

- Abrahams, I., & Reiss, M. J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035–1055.
- Alqawasmī, A.A., Alsalhi, N.R.I., & El-Saleh, M.S. (2024). Comparative effects of PhET interactive simulations and conventional laboratory methods on basic science process skills in physics. *Artseduca*.
- Arifin, Z., Sukarmin, Saputro, S., & Nicholson, H.B. (2025). Technology Enhanced Inquiry Based Science Learning with Cultural Integration for Secondary Education. *Proceedings of ICCIT 2025*.
- Brotherton, P.N., & Preece, P.F.W. (1995). Science process skills: Their nature and interrelationships. *Research in Science & Technological Education*.
- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Chen, C., Abdul Rabu, S.N., & Jamiat, N. (2025). Enhancing physics learning achievement and inquiry skills in a flipped classroom: A structured inquiry-based virtual lab approach. *Journal of Baltic Science Education*.
- Chokchai, O., & Pimdee, P. (2019). Examining of secondary school students' integrated science process skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(4), 1137–1157. <https://doi.org/10.17478/jegys.597449>
- Choirunnisa, N.L., Prabowo, P., & Suryanti, S. (2018). Improving Science Process Skills for Primary School Students Through 5E Instructional Model-Based Learning. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Dolapcıoğlu, S. D., & Subaşı, G. (2020). The effect of science process skills on students' academic success: A meta-analysis study. *Journal of Science Learning*, 5(2), 363– 372. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i2.39356>
- Ellyza Karim, & Kamisah Osman. (2018). Development and validation of a scientific process skills instrument using the Rasch model. *h*, 41(2), 47–65.
- Ertepinar, H. dan Geban, Ö. (1996). Effect of Instruction Supplied with the Investigative-Oriented Laboratory Approach on Achievement in a Science Course. *Educational Research*. 38 (3): 333- 340.
- Ghazali, D., & Mohd Khairi, H. (2013). Penilaian Tahap Amalan Pelaksanaan Kursus Pengajian Islam Dan Hubungannya Dengan Tingkah Laku Pelajar. *Proceeding of the Global Summit on Education*, 2013(March), 11–12.
- Gizaw, G.G., & Sota, S.S. (2023). Improving science process skills of students: A review of literature. *Science Education International*.
- Halim, A., Elmi, E., & Irwandi. (2021). Impact of guided inquiry and problem-based learning models on science process skills. *AIP Conference Proceedings*.
- Harlen, W. (2013). Helping children's development of inquiry skills. Dalam W. Harlen (Ed.), *ASE guide to primary science education (ed.baharu)*. Hatfield: Association for Science Education.
- Harlen, W. (2014). Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in policy and practice. *Global Network of Science Academies (IAP)*.
- Haryanto, Maison, Suryani, A., & Wiza, O.H. (2019). Science process skills: Basic and integrated in equilibrium practicum. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(12), 1421-1428.
- Hikmah, N., Yamtinah, S., Ashadi, & Indriyanti, N.Y. (2018). Chemistry teachers' understanding of science process skills in relation to science process skills assessment in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*.

- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.
- Hunegnaw, T., & Melesse, S. (2023). An evaluative study of the experimental tasks of the Ethiopian grade 12 chemistry textbook considering developing “science process skills”. *Cogent Education*.
- Isa, N. M., & Abu Naim, N. F. (2019). Challenges in Assessing Scientific Process Skills among Science Teachers in Malaysian Secondary Schools. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, 9(2), 14-22.
- Kibirige, I., & Tsamago, H.E. (2019). Grade 10 learners' science conceptual development using computer simulations. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*.
- Ko, E., & Choi, A. (2019). Analysis of achievement standards, activities, and assessment items in Integrated Science textbooks. *Journal of the Korean Chemical Society*.
- Lederman, N. G., Lederman, J. S., & Antink, A. (2013). Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 1(3), 138–147.
- Millar, R. (2004). The role of practical work in the teaching and learning of science. London: University of York, Department of Educational Studies.
- Mohd Al Junaidi, A., & Ong, E. T. (2013). Test of Basic and Integrated Science Process Skills (T BISPS): How do Form Four students in Kelantan fare? *Asian Journal of Assessment in Teaching and Learning*, 3, 15–30.
- Norfadhilah Binti Nasrudin. (2014). Penilaian Pencapaian Objektif Program Pembudayaan Keusahawanan (PPK) Di Politeknik Malaysia. Universiti Kebangsaan Malaysia Bangi.
- Norlily, Y., & Hamimah, A. R. (2019). Penggunaan instrumen pentaksiran kemahiran saintifik oleh guru sains menengah. *Jurnal Pendidikan Malaysia*, 44(1), 51-60.
- OECD. (2019). PISA 2018 Results: What Students Know and Can Do. OECD Publishing.
- Ong, E. T., Wong, Y. T., Md Yassin, S., & Baharom, S. (2013). Acquisition of basic and integrated science process skills amongst Form 2 students in Sarawak. *Pertanika Journal of Social Sciences & Humanities*, 21(3), 1065–1082.
- Padilla, M. J. (1990). The Science Process Skills. Research Matters to the Science Teacher, No. 9004, National Association for Research in Science Teaching. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 266 961).
- Restiana, & Djukri. (2021). Effectiveness of learning models for improving science process skills: A review study. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Sholihah, N.A., Sarwanto, & Aminah, N.S. (2020). Analysis of science process skills of 11th grade students. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Sidek Mohd Noah. (2013). Pengujian dan penilaian dalam kaunseling: teori dan aplikasi (5th ed.). Serdang: Universiti Putra Malaysia.
- Sim, W.C. (2021). Development of Scientific Process Skills Instrument for Chemistry Students. Tesis Sarjana, UTM.
- Sulistiyana, Y., Indrowati, M., & Ariyanto, J. (2023). Effectiveness of Guided Inquiry-Based Mosiry E-Module on the Immune System in Improving Students' Integrated Science Process Skills. *Journal of Learning for Development*.
- Sukardiyono, S., Rosana, D., & Dwandaru, W. S. B. (2020). Measuring Junior High School Students' Science Learning and Science Process Skills through an Integrated Science Instructional Assessment. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 146–164.
- Tek, O.E., & Mohamad, M.A.-J. (2013). Pembinaan dan penentusahan instrumen kemahiran proses sains untuk sekolah menengah. *Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)*, 66(1), 7–20. <https://doi.org/10.11113/jt.v66.1748>

- Wesson, J., Clemson, L., Brodaty, H., & Reppermund, S. (2016). Estimating functional cognition in older adults using observational assessments of task performance in complex everyday activities: A systematic review and evaluation of measurement properties. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 68, 743-765.
- Yeany, R.H., Yap, K.C., & Padilla, M.J. (1986). Analyzing hierarchical relationships among modes of cognitive reasoning and integrated science process skills. *Journal of Research in Science Teaching*.