

Pembangunan *Investigable Questions Formulation Technique* (IQFT) dalam pembelajaran inkuiri terbuka

The development of an Investigable Questions Formulation Technique (IQFT) in open inquiry learning

¹Norsyazwani Muhamad Dah*, ²Mohd Syaffiq Aiman Mat Noor

¹Sekolah Menengah Agama Repah, Tampin, Negeri Sembilan, Malaysia

²UCL Institute of Education, University College London, WC1E 6BT London, United Kingdom

*Corresponding author: g-52129188@moe-dl.edu.my

Published: 29 May 2021

To cite this article (APA): Muhamad Dah, N., & Mat Noor, M. S. A. (2021). The development of an Investigable Questions Formulation Technique (IQFT) in open inquiry learning. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11(1), 103-120. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.1.10.2021>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.1.10.2021>

ABSTRAK

Soalan penyiasatan merupakan satu elemen asas dan penting dalam pembelajaran inkuiri terbuka bagi membolehkan sesuatu penyiasatan dirancang dan dilaksanakan oleh murid. Namun, pembinaan soalan penyiasatan merupakan satu proses yang kompleks dan memerlukan pendekatan yang sistematik. Justeru, kajian tindakan ini dijalankan untuk meningkatkan amalan guru-penyelidik dalam membimbing murid Tingkatan Satu membina soalan penyiasatan. Artikel ini menjawab persoalan utama kajian iaitu: Bagaimanakah guru-penyelidik membangunkan *Investigable Questions Formulation Technique* (IQFT) dalam pembelajaran inkuiri terbuka untuk membimbing murid membina soalan penyiasatan? IQFT merupakan intervensi dalam kajian ini merangkumi lapan langkah utama yang direka bentuk melalui dua kitaran yang melibatkan proses: (i) merancang, ii) mengambil tindakan, iii) mengumpulkan dan menganalisis data, dan iv) mereflek tindakan. Data telah dikumpul secara kualitatif termasuklah pemerhatian tidak berstruktur, rakaman foto dan dokumen-dokumen kerja murid. Data telah dianalisis secara naratif yang menjelaskan bagaimana guru-penyelidik membangunkan intervensi IQFT dalam usaha membimbing murid membina soalan penyiasatan dalam pembelajaran inkuiri terbuka. Antara pembelajaran utama yang diperolehi guru-penyelidik hasil daripada kajian ini termasuklah: proses membimbing murid membina soalan penyiasatan perlu dilakukan secara konsisten dan berterusan terutamanya apabila sesuatu teknik baharu diperkenalkan kepada murid seperti IQFT. Selain itu, guru-penyelidik menyedari bahawa sesuatu teori pendidikan dan pedagogi hanya berperanan sebagai asas pengetahuan guru dan ia perlu diadaptasi dan dimodifikasi mengikut konteks pengajaran guru itu sendiri.

Kata kunci: Soalan penyiasatan, Penyelesaian masalah, Pembelajaran berasaskan inkuiri, Inkuiri terbuka, Sains sekolah menengah

ABSTRACT

Investigable questions are a fundamental element in open inquiry learning, which allow pupils to plan and implement an investigation by themselves. However, creating investigable questions is a complex process and requires a systematic approach. Therefore, this action research was conducted in an effort to improve teacher-researcher practice in guiding form one pupils to create their own investigable questions. This paper seeks to answer the following research question: How can teacher-researcher develop the Investigable Questions Formulation Technique (IQFT) in open inquiry learning to guide pupils to create investigable questions? IQFT,

as an intervention developed in this study, comprises eight main steps, designed through two cycles, and involving the processes of: (i) planning action, (ii) taking action, (iii) collecting and analysing data and (iv) reflecting. Data collected included unstructured observations, photographs and pupils' written works. Data were analysed narratively, by describing how teacher-researcher have developed IQFT in an effort of guiding pupils to create investigable questions in open inquiry learning. One of the main lessons teacher-researcher have learned as a result of designing and implementing this study is that the process of guiding pupils to create investigable questions needs to incorporate adequate training for pupils, especially when the teacher introduces new techniques such as IQFT to pupils. In addition, teacher-researcher have realised that a particular educational or pedagogical theory only serves as the basis of a teacher's knowledge and needs to be adapted and modified according to the teaching context.

Keywords: *Investigable questions, Problem solving, Inquiry-based learning, Open inquiry, Secondary school science*

PENGENALAN

Kajian ini memfokuskan kepada pembangunan *Investigable Questions Formulation Technique* (IQFT) sebagai usaha guru-penyelidik dalam membimbing murid membina soalan penyiasatan dalam pembelajaran inkuiri terbuka. Penulisan dalam artikel ini akan membincangkan dapatan kajian secara kualitatif dan naratif berdasarkan pengalaman guru-penyelidik sebagai guru Sains dalam menjalankan kajian tindakan. Guru-penyelidik yang juga merupakan penulis pertama kajian ini telah membangunkan intervensi IQFT kepada murid-murid Tingkatan 1. Terma guru-penyelidik mula diperkenalkan oleh Stenhouse (1975) bagi menjelaskan peranan guru dan pada masa yang sama sebagai penyelidik yang menjalankan kajian terhadap amalannya sendiri. Konsep guru-penyelidik disesuaikan dengan pendekatan naratif dalam kajian ini bagi membolehkan guru-penyelidik menceritakan pengalamannya dalam melaksanakan tindakan bagi menambah baik amalan (McNiff, 2007; Whitehead, 1989). Penulis kedua artikel ini merupakan rakan kritis semasa kajian ini dijalankan dan peranannya dibincangkan pada bahagian metodologi.

ISU DAN PERMASALAHAN

Kajian tindakan bermula dengan kaedah tinjauan dan penilaian terhadap amalan profesionalisme yang lalu bagi seseorang guru-penyelidik (McNiff, 2017). Guru-penyelidik mengetengahkan fasa tinjauan dan penilaian pada peringkat permulaan sesuatu kajian tindakan bagi meneroka keprihatinan, ketidakpuasan, masalah atau isu dalam situasi tertentu (Kemmis et al., 2014). Justeru, isu dan permasalahan kajian ini menekankan kepada penilaian amalan profesionalisme guru-penyelidik dalam mengenal pasti isu serta cabaran dalam konteks pengajaran sendiri. Guru-penyelidik yang menjalankan kajian ini merupakan guru Sains yang mengajar murid-murid Tingkatan 2, Tingkatan 4 dan Tingkatan 5 sejak sembilan tahun yang lepas. Guru-penyelidik memiliki Ijazah Sarjana Muda Pendidikan Sains (Kimia) daripada Universiti Pendidikan Sultan Idris dan Ijazah Sarjana Sains (Kimia) daripada Universiti Kebangsaan Malaysia. Secara ringkasnya, guru-penyelidik yang menjalankan kajian ini mempunyai latar belakang dan pengalaman yang memuaskan dalam bidang Pendidikan Sains.

Semasa guru-penyelidik memulakan perkhidmatannya sebagai guru, guru-penyelidik kerap menggunakan kaedah '*chalk and talk*' dalam pengajaran Sains kerana kaedah sebegini menjimatkan masa dan mudah untuk mendapatkan bahan bantu mengajar. Meskipun penggunaan papan putih bermanfaat untuk menjelaskan sesuatu konsep sains kepada murid semasa dalam pengajaran dan pembelajaran (P&P) seperti melakar gambar rajah (Venema et al., 2013), namun penggunaannya menimbulkan beberapa kesukaran. Antaranya termasuklah, bukan semua murid dapat melihat apa-apa yang ditulis terutamanya murid yang duduk di bahagian belakang bilik darjah dan paling penting murid-murid tidak dapat memahami konsep sains yang abstrak. Penggunaan papan putih juga

mengekang penglibatan aktif murid dan menjadikan mereka pasif semasa P&P. Selain itu, guru-penyelidik kerap menggunakan buku teks sebagai sumber rujukan P&P. Amalan pengajaran guru-penyelidik yang lepas bertentangan dengan dapatan kajian yakni sebanyak 62.04% guru berpendapat bahawa murid lebih banyak belajar melalui eksperimen berbanding 19.71% makmal secara maya dan 18.25% secara *talk and chalk* (Laronde et al., 2012). Selain itu, kajian Laronde et al. (2012) yang dijalankan terhadap guru praktikal mendapati bahawa mereka mengajar dalam tiga kaedah pengajaran iaitu *chalk and talk* (prinsip Bernoulli), makmal secara maya (pengajaran berasaskan laman sesawang) dan eksperimen (pembinaan hoverkraf yang melibatkan penyelesaian masalah). Dengan itu, guru-penyelidik menyedari betapa pentingnya mempelbagaikan kaedah pengajaran sains bagi mengoptimalkan kebolehan mereka.

Kaedah menyalin nota dan peta minda juga menjadi kebiasaan guru-penyelidik dalam P&P yang lepas bagi membolehkan sukatan mata pelajaran Sains diselesaikan mengikut takwim perancangan yang ditetapkan. Selain itu, guru-penyelidik berpandangan bahawa P&P Sains perlu menekankan kepada penyampaian fakta melalui kaedah hafalan dan latih tubi. Kadangkala, eksperimen atau praktikal sains yang wajib sahaja dijalankan bersama murid-murid sekiranya radas dan bahan makmal mencukupi atau tayangan video YouTubeTM dijadikan sebagai alternatif. Namun begitu, guru-penyelidik menyedari bahawa hasrat Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) menekankan pengajaran sains yang merangkumi Kemahiran Berfikir Aras Tinggi (KBAT) yang membawa perubahan kandungan dalam peperiksaan awam seperti Pentaksiran Tingkatan 3 (PT3). Perubahan ini memerlukan anjakan paradigma guru Sains supaya kurang berfokus kepada pengajaran mereka semata-mata untuk peperiksaan awam sahaja dek guru-guru lazim untuk meramalkan topik dan soalan yang akan keluar dalam peperiksaan awam (MOE, 2013). Sebaliknya, murid perlu dilatih untuk berfikir secara kritis untuk mengaplikasikan pengetahuan mereka dalam konteks yang berbeza seperti yang digarapkan dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025.

Sejak tahun 2018, guru-penyelidik melibatkan diri dalam program *Inquiry-based Science Education* (IBSE) yang dianjurkan oleh Pusat STEM Negara, Kementerian Pendidikan Malaysia dan sekali gus dilantik sebagai Jurulatih Utama program tersebut bagi Negeri Sembilan. Tujuan program ini dijalankan adalah untuk memberikan pendedahan kepada guru-guru Sains, Reka Bentuk dan Teknologi serta Matematik (STEM) tentang pendekatan IBSE yang perlu diamalkan dalam bilik darjah mereka. Selain itu, program ini juga bertujuan untuk membangunkan strategi bagi meningkatkan kemahiran berfikir, melatih guru menjadi jurulatih yang berkesan dan memberi pengalaman kepada guru dalam mengaplikasikan pendekatan IBSE. Sepanjang penglibatan program tersebut, banyak perkara guru-penyelidik telah pelajari dalam usaha meningkatkan P&P Sains terutamanya pendekatan inkuiri sains. Meskipun guru-penyelidik mendapati bahawa terhadap kesan-kesan positif terhadap penguasaan murid dalam kemahiran proses sains melalui pendekatan inkuiri seperti menjalankan penyiasatan (Othman & Md Salleh, 2019), guru-penyelidik menyedari bahawa para murid dalam konteks sekolahnya masih lemah untuk mengemukakan soalan berbentuk penyiasatan.

Kajian menunjukkan bahawa murid-murid lebih terinspirasi untuk bertanyakan soalan yang berkaitan dengan masalah diri mereka, keluarga dan pemerhatian terhadap orang lain (Chin & Osborne, 2008). Sebaliknya, murid yang didedahkan dengan pendekatan inkuiri membolehkan mereka menyelesaikan masalah secara sendiri manakala guru bertindak sebagai fasilitator. Namun, melalui pengalaman guru-penyelidik melalui pendekatan inkuiri terbuka sangat sukar dijalankan di dalam kelas. Justeru, penyiasatan melalui inkuiri terbuka bukanlah perkara yang biasa dilaksanakan oleh guru-guru Sains di Malaysia (Yin Peen & Yusof Arshad, 2014). Pada kebiasaannya, soalan penyiasatan atau pernyataan masalah dan prosedur penyiasatan disediakan oleh guru bagi membolehkan murid menjalankan penyiasatan. Murid-murid di Malaysia juga tidak biasa mengemukakan soalan penyiasatan mereka secara sendiri (Jais, 2014). Tambahan pula, dalam buku teks Sains kebanyakan penyiasatan yang dicadangkan adalah bersifat inkuiri pengesahan yang kebanyakannya sudah terdapat soalan dan prosedur penyiasatan. Maka, penglibatan murid dalam projek yang bersifat inkuiri terbuka memberikan tanggungjawab kepada mereka dalam menentukan tujuan dan soalan penyiasatan seperti amalan kebanyakan para saintis (Zion & Mendelovici, 2012).

Penyiasatan merupakan penerokaan berbentuk eksperimental dalam P&P Sains yang memerlukan penyertaan murid secara langsung bagi menjawab soalan penyiasatan yang dibina (Lock, 1990). Justeru, soalan penyiasatan merupakan perkara asas yang perlu dijelaskan dengan baik pada peringkat permulaan penyiasatan. Murid boleh dibimbing untuk menjalankan penyiasatan melalui strategi seperti: (i) murid diberikan soalan, prosedur dan hasil penyiasatan diberikan dengan lebih awal (dikenali sebagai inkuiri pengesahan), (ii) murid diberikan soalan dan prosedur tetapi tidak diberikan hasil penyiasatan dengan lebih awal (dikenali sebagai inkuiri berstruktur), (iii) murid diberikan soalan tetapi perlu merancang prosedur dan tidak diberikan hasil penyiasatan dengan lebih awal (dikenali sebagai inkuiri terbimbing), (iv) murid perlu membina soalan, merancang prosedur dan tidak diberikan hasil penyiasatan dengan lebih awal (dikenali sebagai inkuiri terbuka) (Bell et al., 2005; Newell & Simon, 1972; Rezba et al., 1999; Watts, 1991). Maka, satu kaedah yang bersesuaian diperlukan untuk membimbing murid dalam menimbulkan pernyataan masalah yang akan diselesaikan oleh mereka sendiri.

Semasa menjalankan sesuatu penyiasatan melalui inkuiri terbuka, murid perlu membina soalan penyiasatan seterusnya merancang prosedur penyiasatan mereka sendiri dalam usaha untuk menjawab soalan yang dibina. Prosedur penyiasatan boleh dirancang oleh murid dalam pelbagai kaedah. Sebelum menjalankan sesuatu penyiasatan khususnya melalui pembelajaran inkuiri terbuka, soalan penyiasatan diperlukan. Soalan penyiasatan boleh disediakan oleh guru, melalui buku-buku teks/rujukan Sains atau soalan yang dibina oleh murid. Apabila menjalankan penyiasatan menggunakan soalan penyiasatan yang dibina oleh murid itu sendiri menyebabkan mereka lebih bersemangat untuk belajar (Dillon, 1988). Soalan penyiasatan boleh dibina oleh murid melalui aktiviti-aktiviti dalam P&P Sains (Keys, 1988). Murid mempunyai potensi yang sangat besar dalam membina soalan penyiasatan berdasarkan imaginasi mereka sendiri (Shodell, 1995). Soalan penyiasatan murid boleh dikenal pasti melalui hasil perbincangan kumpulan terhadap pengalaman dalam pembelajaran sains yang lalu dan kehidupan seharian mereka. Soalan penyiasatan murid kebiasaannya timbul daripada perasaan ingin tahu tentang dunia di sekitar mereka serta berpunca daripada minat yang mendalam untuk memahami dunia (Scardamalia & Bereiter, 1992).

Pada P&P Sains yang lepas, guru-penyelidik sentiasa memberikan galakan kepada murid untuk bertanyakan soalan. Meskipun Sabu et al. (2018) menjelaskan bahawa tidak terdapat banyak kursus dalaman berkaitan teknik penyediaan dijalankan kepada guru-guru di Malaysia. Guru-penyelidik menyedari bahawa soalan daripada murid sangat penting bagi membolehkan guru-penyelidik mengetahui kesediaan mereka dalam menerima kandungan pengajaran yang akan disampaikan. Hal ini bertepatan dengan Chin dan Osborne (2008) yang menyatakan bahawa soalan daripada murid merupakan sumber bagi guru untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan dan keinginan mereka untuk menambah ilmu pengetahuan. Kebiasaannya, guru-penyelidik akan meminta murid untuk membaca tajuk yang berkaitan sebelum mereka menjalankan sesuatu penyiasatan. Hasil daripada pembacaan tersebut, murid perlu membina beberapa soalan yang ingin ditanya sebelum memulakan pembelajaran. Soalan yang dibina oleh murid ditulis ke dalam buku '*my science notebook*' yang merupakan buku catatan Sains mereka. *My science notebook* merupakan salah satu sumber untuk guru-penyelidik menilai perkembangan pembelajaran murid dalam mata pelajaran Sains. Namun, pemerhatian guru-penyelidik terhadap *my science notebook* murid-murid mendapati bahawa kebanyakan daripada mereka lebih cenderung untuk membina soalan bukan penyiasatan atau dalam erti kata lain, soalan yang tidak bersifat saintifik. Demikianlah cabaran terbesar yang terpaksa dihadapi oleh guru-penyelidik, iaitu perlu membangunkan teknik yang bersesuaian kerana murid tidak dapat mengemukakan soalan yang berbentuk penyiasatan.

Guru-penyelidik juga telah membuat analisis terhadap soalan-soalan yang dibina oleh murid dalam *my science notebook* dan guru-penyelidik mendapati bahawa soalan yang mereka catatkan bersumberkan buku teks Sains semata-mata. Semasa dalam P&P Sains pula, guru-penyelidik

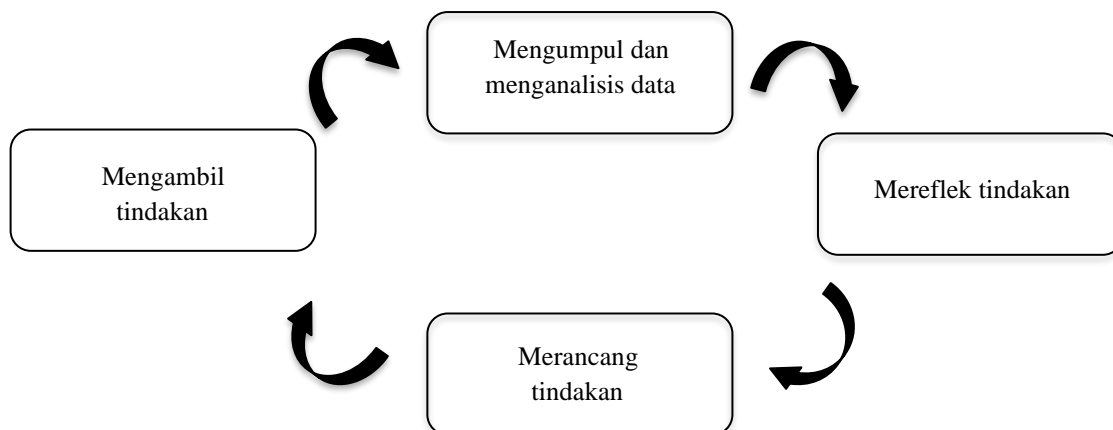
mendapati bahawa kebanyakan murid tidak mempunyai soalan untuk ditanya dan mereka sendiri tidak tahu soalan yang ingin dikemukakan. Isu sebegini membuatkan guru-penyelidik gusar dan khuatir kerana ketidakupayaan murid-murid membina soalan penyiasatan menunjukkan mereka kurang kemahiran berfikir secara kritis. Pemikiran kritis merupakan kemahiran asas kepada pembelajaran sains. Pemikiran kritis didefinisikan sebagai proses disiplin intelektual secara aktif dan mahir dalam mengkonsepsi, mengaplikasi, menganalisis, mensintesis dan menilai maklumat yang dikumpulkan dari atau dihasilkan melalui pemerhatian, pengalaman, refleksi, penaakulan atau komunikasi sebagai panduan kepercayaan dan tindakan (Scriven & Paul, 2008).

FOKUS KAJIAN

Pembelajaran inkuiri merupakan pendekatan pembelajaran yang sangat penting dalam P&P Sains kerana pendekatan ini berpotensi besar dalam memupuk kemahiran berfikir secara kritis dan menggalakkan pembelajaran sendiri dalam kalangan murid (Chin, 2002). Apabila menyedari isu dan permasalahan dalam konteks pengajaran yang dijelaskan pada bahagian isu dan permasalahan, guru-penyelidik menjalankan kajian ini bagi menambah baik amalan dengan membangunkan teknik penyoalan yang membolehkan murid membina soalan penyiasatan. Melalui soalan penyiasatan, pembelajaran inkuiri terbuka dapat dijalankan dalam P&P Sains. Sehubungan dengan itu, artikel ini membincangkan secara kualitatif dan naratif berkaitan dengan persoalan utama kajian iaitu: bagaimanakah guru-penyelidik membangunkan *Investigable Questions Formulation Technique* (IQFT) dalam pembelajaran inkuiri terbuka untuk membimbing murid membina soalan penyiasatan?

METODOLOGI

Kajian ini menggunakan model kajian tindakan Feldman et al. (2018) yang merangkum proses merancang tindakan, mengambil tindakan, mengumpul dan menganalisis data serta mereflek tindakan seperti yang ditunjukkan pada Rajah 1. Keempat-empat proses ini dijalankan sebanyak dua kitaran dalam usaha menambah baik amalan guru-penyelidik dalam membangunkan *Investigable Questions Formulation Technique* (IQFT) dalam pembelajaran inkuiri terbuka. Pada kitaran 1, guru-penyelidik telah memperkenalkan teknik memformulasikan soalan yang diadaptasi daripada Rothstein dan Santana (2017) kepada murid Tingkatan 1 baik murid lelaki mahupun murid perempuan. Melalui kitaran pertama, guru-penyelidik mendapati soalan yang dibina oleh murid-murid masih kurang menjurus kepada bentuk penyiasatan. Lantaran itu, guru-penyelidik telah menambah baik teknik penyoalan dengan memperkenalkan *Investigable Question Formulation Technique* (IQFT). Guru-penyelidik telah mengaplikasikan IQFT kepada kumpulan murid yang sama iaitu Tingkatan 1 lelaki dan perempuan pada kitaran 2.



Rajah 1. Kerangka kajian yang diadaptasi daripada model kajian tindakan Feldman et al. (2018).

Intervensi IQFT dibangunkan hasil daripada kajian literatur melalui kerangka kajian yang digabungkan daripada *Question Formulation Technique* (Rothstein & Santana, 2017), *SMART Goal* (Brown et al., 2016) dan *Typlogy of Investigable and Non-investigable Questions* (Chin, 2002). IQFT merupakan modifikasi *Question Formulation Technique* (Rothstein & Santana, 2017) yang mengandungi enam komponen iaitu: (i) fokus soalan, (ii) membina soalan, (iii) soalan jenis terbuka dan tertutup, (iv) mengutamakan soalan, (v) merancang aktiviti seterusnya dan (vi) mereflek. *SMART Goal* (Brown et al., 2016) merupakan matlamat atau objektif menggunakan kriteria SMART iaitu akronim kepada ‘*Specific*’, ‘*Measurable*’, ‘*Achievable*’, ‘*Relevant*’ dan ‘*Timely*’. Sementara itu *Typlogy of Investigable and Non-investigable Questions* (Chin, 2002) mengkategorikan soalan penyiasatan sebagai: (i) perbandingan, (ii) sebab dan akibat, (iii) ramalan, (iv) reka bentuk dan bina, (v) eksplorasi, (vi) penjelasan, (vii) mengenal pasti pola, (viii) penyelesaian masalah, dan (ix) pembinaan prototaip.

Terdapat lapan langkah utama dalam IQFT (seperti yang ditunjukkan pada Jadual 1) iaitu: (i) mengenal pasti fokus soalan, (ii) memperkenalkan peraturan kepada murid, (iii) murid membina soalan secara individu, (iv) murid berkongsi soalan yang dibina dalam kumpulan, (v) memperkenalkan rubrik SMART, (vi) membincangkan skor terhadap soalan-soalan yang dibina, (vii) menyenaraikan soalan-soalan yang mempunyai skor tinggi dan (viii) mereflek dan merancang tindakan seterusnya. Tatkala membimbing murid membina soalan penyiasatan melibatkan mereka dalam pelbagai bentuk kemahiran berfikir. Antaranya termasuklah murid boleh menyatakan pemerhatian yang dilakukan, memberikan justifikasi tentang sebab dan akibat, membina hipotesis, menyatakan penjelasan, membina hujah dan menilai cadangan yang dikemukakan (Chin & Osborne, 2010). Selain itu, teknik penysoalan membolehkan murid untuk berfikir menggunakan Kemahiran Berfikir Aras Tinggi mengenai sesuatu topik pengajaran sekaligus memberi tanggungjawab untuk menyelesaikan masalah dan memahami kandungan pelajaran (Jacques et al., 2020). Lantaran itu, pembangunan IQFT dalam kajian ini merupakan pilihan yang tepat dalam membimbing murid membina soalan penyiasatan.

Jadual 1. Lapan langkah utama pelaksanaan IQFT.

| <i>Langkah</i> | <i>Penerangan</i> |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Langkah 1 – Guru mengenal pasti fokus soalan. | Guru mengenal pasti fokus soalan dan menunjukkan bahan rangsangan kepada murid untuk memulakan soalan. Bahan rangsangan dalam fokus soalan boleh berbentuk pernyataan, frasa, gambar, video, bahan maujud, permasalahan matematik mahupun persamaan. |
| Langkah 2 – Guru memperkenalkan peraturan kepada murid. | Guru memperkenalkan empat peraturan kepada murid iaitu: (i) murid perlu membina sebanyak mungkin soalan, (ii) murid perlu berbincang sepanjang aktiviti kumpulan, (iii) murid perlu membuat penilaian terhadap soalan yang dibina, dan (iv) murid perlu menulis setiap soalan dengan jelas dan menukar sebarang pernyataan kepada soalan (jika ada). |
| Langkah 3 – Murid membina soalan secara individu. | Guru membimbing murid membina soalan secara individu dan mengingatkan murid untuk mematuhi peraturan semasa membina soalan terutamanya memberi galakan kepada murid untuk membina sebanyak mungkin soalan. |
| Langkah 4 – Murid berkongsi soalan yang dibina dalam kumpulan. | Guru mengagihkan murid kepada kumpulan kecil yang terdiri daripada tiga hingga lima orang. Murid dikehendaki bekerja dalam kumpulan daripada langkah empat hingga langkah lapan. Setiap kumpulan diarahkan untuk membincangkan soalan-soalan yang dibina oleh ahli kumpulan. |
| Langkah 5 – Guru | Guru memperkenalkan rubrik SMART kepada murid bagi membolehkan |

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| memperkenalkan rubrik SMART. | murid mengenal pasti ciri-ciri soalan penyiataan. S – “ <i>Spesific</i> ” (Spesifik untuk mereka bentuk dan menjalankan penyiataan) M – “ <i>Measurable</i> ” (Mempunyai alat pengukuran yang sesuai) A – “ <i>Achievable</i> ” (Praktikal untuk dijalankan dalam makmal) R – “ <i>Relevant</i> ” (Berdasarkan fokus soalan yang telah dibincangkan) T – “ <i>Timely</i> ” (Mempunyai masa yang cukup untuk menjalankan eksperimen) |
| Langkah 6 – Murid membincangkan skor terhadap soalan-soalan yang dibina. | Murid mengenal pasti skor soalan-soalan yang dikumpulkan menggunakan rubrik SMART. Setiap kumpulan membincangkan skor terhadap soalan-soalan yang dibina oleh ahli kumpulan dan menentukan soalan yang mempunyai skor tertinggi untuk dikongsikan dengan kumpulan yang lain. |
| Langkah 7 – Murid menyenaraikan soalan-soalan yang mempunyai skor tinggi. | Setiap kumpulan menyenaraikan soalan-soalan yang mempunyai skor tinggi untuk dikongsikan dengan kumpulan yang lain. Guru membincangkan soalan-soalan yang dihasilkan oleh setiap murid dan mengkategorikan soalan-soalan tersebut kepada: i. Perbandingan ii. Sebab dan akibat iii. Ramalan iv. Reka bentuk dan bina v. Eksplorasi vi. Penjelasan vii. Mengenal pasti pola viii. Penyelesaian masalah ix. Pembinaan prototaip |
| Langkah 8 – Mereflek dan merancang tindakan seterusnya. | Murid mereflek terhadap langkah-langkah dalam teknik pembinaan soalan. Setiap kumpulan membuat penilaian akhir terhadap soalan-soalan yang mendapat skor tertinggi dan membincangkan bagaimana untuk menggunakan soalan tersebut bagi merancang penyiataan. |

Dalam kajian ini guru-penyelidik telah melibatkan para murid Tingkatan 1 dalam kedua-dua kitaran yang terdiri daripada kelas Tingkatan 1 lelaki dan Tingkatan 1 perempuan. Tingkatan 1 lelaki terdiri daripada 25 orang murid manakala Tingkatan 1 perempuan terdiri daripada 23 orang murid. Kebanyakan murid mendapat skor yang baik bagi subjek Sains dalam Ujian Pencapaian Sekolah Rendah (UPSR) yang lepas, sekurang-kurangnya gred ‘C’. Kesemua murid mengikuti pengajian dalam aliran Tahfiz yang melalui proses penapisan yang jitu sebelum diterima di sekolah guru-penyelidik. Meskipun dapatan kajian Salavera et al. (2019) menunjukkan bahawa kemahiran sosial murid perempuan lebih tinggi daripada murid lelaki, namun demikian dalam proses P&P yang lepas, guru-penyelidik mendapati murid lelaki lebih aktif dan berani untuk tampil ke hadapan berbanding murid perempuan yang lebih bersifat pemalu. Kendatipun begitu, kedua-dua kumpulan murid mempunyai minat yang mendalam terhadap sains. Sebagai contoh, murid perempuan cenderung kepada pertandingan melukis secara digital berkaitan sains manakala murid lelaki pula minat untuk menyertai pertandingan seperti robotik dan aeroangkasa.

Kumpulan rakan kritis merupakan sebahagian daripada elemen kajian tindakan yang sangat penting dalam usaha menggalakkan amalan kolaboratif (McNiff, 2017). Penulis kedua artikel ini merupakan rakan kritis utama bagi membolehkan guru-penyelidik mengenal pasti isu dan masalah, membangunkan intervensi dan menginterpretasikan dapatan kajian. Selain itu, guru-penyelidik telah terlibat secara langsung dalam kumpulan rakan kritis dengan guru-guru mata pelajaran lain yang bersama-sama menjayakan kajian tindakan masing-masing. Kumpulan rakan kritis terdiri daripada guru-guru yang mempunyai pelbagai latar belakang seperti bidang kaunseling, pendidikan khas dan matematik. Perjumpaan diadakan secara dalam talian dengan kerap untuk berbincang dan bertukar pendapat tentang kajian tindakan masing-masing. Selain itu, rakan-rakan kritis telah menjadi

sebahagian daripada sistem sokongan dalam menjayakan kajian ini yang dapat meningkatkan kesahan dan kredibiliti kajian (Herr & Anderson, 2005). Oleh itu, bias dalam kajian telah dapat dikurangkan.

Data dalam kajian ini telah dikumpulkan secara kualitatif termasuklah pemerhatian tidak berstruktur, rakaman foto dan dokumen-dokumen kerja murid. Sepanjang proses kajian, guru-penyelidik telah melakukan pemerhatian secara tidak berstruktur iaitu pemerhatian secara langsung yang juga didokumenkan melalui rakaman foto. Meskipun data-data yang dikumpulkan memberikan interpretasi yang berbeza, guru-penyelidik telah membandingkan tafsiran guru-penyelidik dengan rakan kritis sebagaimana yang dicadangkan oleh Feldman et al. (2018). Pemerhatian secara langsung khususnya semasa melaksanakan intervensi membantu guru-penyelidik mengumpul data yang sangat berharga kerana data sebegini merupakan data sedia ada dalam P&P yang dapat memberikan makna yang sangat tinggi dalam kajian ini. Selain itu, guru-penyelidik telah mengumpul dokumen-dokumen kerja murid seperti buku catatan '*my science notebook*', jurnal sains dan kertas sebak. Kesemua data ini dianalisis secara naratif yang disusun berdasarkan data yang dikumpul serta mengikut tindakan yang telah guru-penyelidik lakukan (Feldman et al. 2018). Langkah ini juga adalah untuk membolehkan guru-penyelidik menjelaskan bagaimana guru-penyelidik telah menambah baik amalan sebagai guru Sains dalam aspek pemupukan inkuiri terbuka melalui IQFT.

DAPATAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan dan perbincangan kajian ini dibincangkan secara kualitatif melalui penulisan naratif. Sebagai guru-penyelidik dalam kajian ini, guru-penyelidik telah membuat pemerhatian secara langsung sepanjang proses merancang, mengambil tindakan, mengumpul dan menganalisis data, dan mereflek. Oleh itu, dapatan dan perbincangan kajian akan menjawab soalan kajian iaitu: Bagaimanakah guru-penyelidik membangunkan *Investigable Questions Formulation Technique (IQFT)* dalam pembelajaran inkuiri terbuka untuk membimbing murid membina soalan penyiasatan?

Kitaran 1

Merancang Tindakan

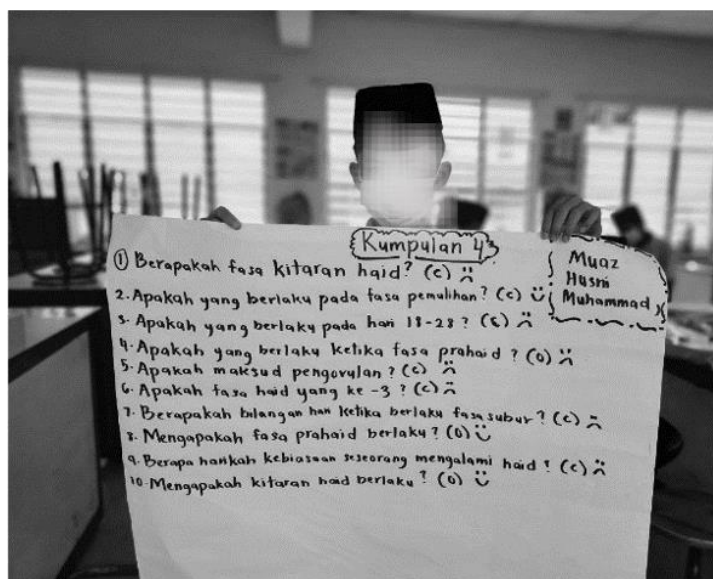
Berdasarkan isu dan permasalahan dalam P&P sains yang dibincangkan dalam bahagian pengenalan artikel ini, guru-penyelidik mula membangunkan teknik penyoalan yang bersesuaian dengan mengkaji teknik-teknik penyoalan yang telah dibangunkan oleh sarjana-sarjana yang lepas. Guru-penyelidik telah menggunakan kaedah pencarian secara dalam talian dan hasilnya guru-penyelidik telah menemui satu video bertajuk *The Question Formulation Technique in a High School Science Class* yang dimuat naik oleh Right Question Institute, Massachusetts, Amerika Syarikat. Guru-penyelidik meneruskan pembacaan dengan lebih mendalam berkaitan dengan *Question Formulation Technique* melalui laman sesawang <https://rightquestion.org/what-is-the-qft/>. Guru-penyelidik mengambil maklum bahawa terdapat pendidik dari Kyoto, Japan yang telah menggunakan *Question Formulation Technique* (Rothstein & Santana, 2017) dan melaporkan bahawa teknik tersebut dapat merangsang rasa ingin tahu murid dalam menggalakkan mereka mengemukakan soalan. Justeru, dapatan kajian tersebut memberikan keyakinan kepada guru-penyelidik untuk mengaplikasikan *Question Formulation Technique* (Rothstein & Santana, 2017) sebagai intervensi permulaan ataupun percubaan dalam kajian ini.

Mengambil Tindakan, Mengumpul dan Menganalisis Data

Pada peringkat permulaan, guru-penyelidik telah mengaplikasikan *Question Formulation Technique* (Rothstein & Santana, 2017) kepada murid Tingkatan 1 lelaki menggunakan tajuk pembelajaran Sains iaitu kitaran haid. Guru-penyelidik memperkenalkan fokus soalan kepada murid sebelum mereka

membina soalan. Fokus soalan merupakan kaedah rangsangan bagi membolehkan murid membina soalan. Fokus soalan boleh berbentuk pernyataan, frasa, gambar, video, permasalahan atau persamaan matematik. Pada kitaran ini, guru-penyelidik telah memperkenalkan fokus soalan kepada murid dengan memberikan rajah kitaran haid. Rajah kitaran haid mengandungi fakta berkaitan dengan kitaran haid iaitu kitaran haid bagi perempuan normal ialah sebanyak 28 hari yang merangkumi empat fasa iaitu fasa haid, fasa pemulihan, fasa subur dan fasa prahaid. Kemudian, guru-penyelidik memperkenalkan empat peraturan pembinaan soalan iaitu: (i) murid perlu membina sebanyak mungkin soalan, (ii) murid perlu berbincang sepanjang aktiviti kumpulan, (iii) murid perlu membuat penilaian terhadap soalan yang dibina dan (iv) murid perlu menulis setiap soalan dengan jelas dan menukar sebarang pernyataan kepada soalan (jika ada).

Berdasarkan rajah kitaran haid, murid telah diarahkan untuk membina soalan secara individu dengan masa yang diperuntukkan iaitu antara lima hingga sepuluh minit. Guru-penyelidik mendapati bahawa bahan rangsangan iaitu rajah kitaran haid digunakan sepenuhnya oleh murid dalam usaha untuk membina soalan. Kemudian, murid diarahkan untuk berkongsi soalan-soalan yang mereka bina dengan ahli-ahli kumpulan mereka. Ketua kumpulan menggabungkan soalan-soalan dengan mencatatkan soalan-soalan tersebut pada kertas sebak. Setiap kumpulan juga dibimbing untuk mengenal pasti soalan-soalan yang dibina sama ada jenis tertutup atau terbuka. Murid menulis simbol 'C' bagi soalan jenis tertutup dan 'O' untuk soalan jenis terbuka (seperti yang ditunjukkan pada Rajah 2). Mereka juga diminta untuk menukarkan soalan jenis tertutup kepada soalan jenis terbuka dan soalan jenis terbuka kepada soalan jenis tertutup. Soalan jenis tertutup menggunakan kata tanya seperti apakah, bilakah, siapakah dan berapakah. Sementara itu soalan jenis terbuka menggunakan kata tanya seperti mengapakah dan bagaimanakah. Hasil perbincangan dalam kumpulan, mereka juga mengenal pasti soalan penyiasatan dengan melakar simbol emoji senyum manakala soalan bukan penyiasatan dengan melakar simbol emoji sedih.



Rajah 2. Soalan-soalan yang dihasilkan oleh salah satu kumpulan murid.

Setiap kumpulan berkongsi soalan-soalan yang difikirkan berbentuk penyiasatan kepada kumpulan-kumpulan yang lain. Soalan-soalan yang dibina oleh murid-murid yang diklasifikasikan sebagai soalan berbentuk penyiasatan ditunjukkan pada Jadual 1. Soalan 1 bukan berbentuk penyiasatan kerana penggunaan kata tanya bilakah mempunyai jawapan yang terhad. Soalan ini hanya boleh dijawab dengan jawapan berfakta iaitu bermula dengan umur sembilan hingga 16 tahun'. Tambahan pula, soalan 1 kurang jelas, tidak spesifik dan murid membina soalan tersebut mengikut kefahaman dan pengalaman mereka (sebagai lelaki). Soalan 2 pula merupakan soalan penyiasatan kerana soalan ini boleh dikategorikan sebagai soalan berbentuk ramalan. Soalan ini meramalkan kesan

sekiranya kitaran haid tidak stabil. Penyiasatan boleh dijalankan oleh murid dengan mencari bahan rujukan seperti buku teks, majalah dan bahan dalam talian untuk mengetahui kesan-kesan buruk jika kitaran haid tidak stabil. Soalan 3 dan soalan 4 pula menggunakan kata tanya ‘mengapakah’. Kedua-dua soalan ini merupakan soalan jenis terbuka dan bukan penyiasatan kerana soalan-soalan ini tidak jelas, tidak spesifik dan mempunyai jawapan yang terhad.

Jadual 1. Soalan-soalan yang dibina oleh murid tingkatan 1 lelaki pada Kitaran 1.

| Bil. | Item Soalan |
|------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | “ <i>Bilakah berlakunya proses kitaran haid?</i> ” |
| 2. | “ <i>Apakah yang akan berlaku sekiranya kitaran haid tidak stabil?</i> ” |
| 3. | “ <i>Mengapakah keadaan emosi wanita boleh mempengaruhi tempoh haidnya?</i> ” |
| 4. | “ <i>Mengapakah kitaran haid berlaku dan apakah kesannya?</i> ” |

Melalui analisis terhadap soalan-soalan yang dibina oleh murid, guru-penyelidik mendapati bahawa kebanyakan soalan-soalan yang dihasilkan oleh murid Tingkatan 1 lelaki adalah bukan penyiasatan. Murid-murid lelaki tidak mempunyai pengalaman mereka sendiri berkaitan dengan fokus soalan yang diperkenalkan iaitu kitaran haid. Justeru, soalan-soalan yang dihasilkan kebanyakannya menjurus kepada jawapan yang terhad dan berdasarkan ketidakfahaman mereka tentang sesuatu topik (atau fokus soalan). Perkara ini juga dijelaskan oleh Chin (2002) yang menyatakan bahawa soalan yang dihasilkan oleh murid timbul daripada keinginan mereka untuk menambah ilmu pengetahuan dan tidak semestinya praktikal untuk sesuatu penyiasatan dijalankan. Maka, Chin dan Kayalvizhi (2002) berpandangan bahawa murid perlu dibimbing oleh guru untuk menukarkan soalan bukan penyiasatan kepada soalan penyiasatan.

Guru-penyelidik juga mengaplikasikan *Question Formulation Technique* (Rothstein & Santana, 2017) menggunakan fokus soalan kitaran haid kepada murid Tingkatan 1 perempuan. Teknik yang sama digunakan bagi kumpulan murid ini iaitu: (i) memperkenalkan fokus soalan, (ii) memperkenalkan peraturan kepada murid, (iii) murid membina soalan secara individu, (iv) murid berkongsi soalan yang dibina dalam kumpulan, (v) setiap kumpulan mengenal pasti soalan jenis terbuka atau tertutup dan berbentuk penyiasatan dan (vi) setiap kumpulan berkongsi soalan yang dipilih dengan kumpulan-kumpulan yang lain. Semasa guru-penyelidik melaksanakan intervensi ini kepada murid Tingkatan 1 perempuan, guru-penyelidik mendapati bahawa mereka lebih cepat membina soalan setelah diperkenalkan fokus soalan. Kebanyakan murid perempuan Tingkatan 1 ini mempunyai pengalaman sendiri berkaitan proses kitaran haid yang merupakan pengetahuan sedia ada dalam kehidupan seharian mereka. Soalan-soalan yang dibina oleh murid-murid yang difikirkan mereka menjurus penyiasatan ditunjukkan pada Jadual 2.

Jadual 2. Soalan-soalan yang dibina oleh murid tingkatan 1 perempuan pada Kitaran 1.

| Bil. | Soalan-soalan |
|------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1. | “ <i>Berapakah kebiasaan bilangan hari haid?</i> ” |
| 2. | “ <i>Mengapakah hari ke-14 merupakan hari pengovulan?</i> ” |
| 3. | “ <i>Mengapakah segelintir orang tidak konsisten keluar darah haid?</i> ” |

4. “Berapakah tempoh hari kitaran fasa-fasa haid?”
 5. “Bagaimanakah kitaran haid boleh berlaku?”
 6. “Bagaimanakah proses pengovulan berlaku?”
 7. “Mengapakah kita mempunyai empat fasa haid sahaja?”
 8. “Pada hari ke berapakah fasa subur bermula?”
-

Sama seperti dapatan terhadap murid Tingkatan 1 lelaki, analisis terhadap soalan-soalan yang dibina oleh murid Tingkatan 1 perempuan menunjukkan bahawa hanya satu soalan sahaja berbentuk penyiasatan iaitu soalan 3. Soalan ini boleh dikategorikan sebagai soalan berbentuk eksplorasi. Soalan 3 membolehkan murid menjalankan penyiasatan kerana terdapat banyak faktor penyebab kitaran haid tidak stabil. Penyiasatan boleh dilakukan sebagai contoh dengan membuat soal selidik tentang faktor gangguan kitaran haid dalam kalangan murid atau warga sekolah. Data juga boleh dikumpulkan oleh murid seterusnya diterjemahkan dalam bentuk graf. Soalan-soalan lain bukan penyiasatan. Soalan 1, 2, 4, 6 dan 8 mempunyai jawapan yang terhad. Soalan 5 dan 7 pula tidak jelas dan tidak spesifik. Hal ini bertepatan dengan pendapat Chin (2002), soalan yang dihasilkan oleh murid Tingkatan 1 perempuan adalah berkaitan dengan interaksi mereka dengan masalah dunia nyata dan keinginan untuk mencari sesuatu yang relevan dengan kehidupan peribadi mereka.

Mereflek Tindakan

Pembelajaran utama yang guru-penyelidik peroleh dalam Kitaran 1 ialah kesedaran terhadap kekurangan diri guru-penyelidik sendiri dalam kemahiran membimbing murid membina soalan penyiasatan. Guru-penyelidik mendapati bahawa fokus soalan mengenai kitaran haid dan penggunaan fokus soalan melalui gambar rajah dua dimensi kurang merangsang murid membina soalan penyiasatan. Pengelasan soalan-soalan kepada jenis tertutup dan terbuka juga telah menyekat proses pembinaan soalan penyiasatan. Selain itu, guru-penyelidik tidak memperkenalkan ciri-ciri soalan penyiasatan kepada murid. Murid-murid juga hanya dapat menghasilkan soalan mengikut kefahaman dan pengetahuan sedia ada mereka dengan menggunakan kata tanya seperti apakah, siapakah, bilakah, berapakah, mengapakah dan bagaimanakah. Kesimpulannya, guru-penyelidik kurang berpuas hati dengan dapatan intervensi pada Kitaran 1 kerana *Question Formulation Technique* (Rothstein & Santana, 2017) yang guru-penyelidik perkenalkan kepada murid kurang membantu mereka membina soalan penyiasatan.

Kitaran 2

Merancang Tindakan

Melalui pembelajaran yang guru-penyelidik peroleh daripada Kitaran 1, guru-penyelidik merancang untuk memodifikasikan teknik penyoalan guru-penyelidik dalam usaha membimbing murid membina soalan penyiasatan pada Kitaran 2. Guru-penyelidik memulakan perbincangan dengan kumpulan rakan kritis bagi menambah baik teknik penyoalan tersebut. Hasil daripada perbincangan dan perkongsian melalui kumpulan rakan kritis, guru-penyelidik telah dapat membangunkan *Investigable Questions Formulation Technique* (IQFT). Perbezaan antara IQFT dengan teknik penyoalan dalam kitaran 1 ialah murid membina soalan secara individu seperti yang diterapkan dalam IBSE. Selain itu, murid diperkenalkan dengan rubrik SMART yang mereka akan gunakan bagi mengenal pasti soalan yang dibina merupakan soalan penyiasatan atau bukan penyiasatan. Langkah mengenal pasti soalan jenis terbuka atau tertutup seperti yang dijalankan semasa intervensi pada kitaran 1 tidak digunakan dalam teknik penyoalan IQFT. IQFT telah dijelaskan dengan terperinci pada bahagian kaedah kajian artikel ini.

Mengambil Tindakan, Mengumpul dan Menganalisis Data

Pada permulaan kitaran 2, guru-penyelidik telah mengaplikasikan intervensi IQFT kepada murid Tingkatan 1 lelaki menggunakan tajuk pembelajaran Sains iaitu jirim. Pada langkah 1, guru-penyelidik telah memperkenalkan fokus soalan kepada murid dengan memberikan setiap kumpulan sebuah bikar berisi beberapa ketulan ais. Berdasarkan pemerhatian awal, guru-penyelidik mendapati bahawa murid-murid telah mengaplikasikan kemahiran asas proses sains iaitu 'pemerhatian'. Murid-murid membuat pemerhatian terhadap bahan tersebut menggunakan deria sentuhan dan penglihatan (seperti yang ditunjukkan pada Rajah 3). Mereka juga diperhatikan telah menyentuh bahan rangsangan tersebut dan pada masa yang sama membuat pemerhatian terhadap proses peleburan ais.



Rajah 3. Murid-murid membuat pemerhatian terhadap ais yang digunakan sebagai fokus soalan.

Pada langkah 2, murid-murid diperkenalkan semula dengan empat peraturan pembinaan soalan. Guru-penyelidik telah mengadaptasi empat peraturan pembinaan soalan daripada *Question Formulation Technique* (Rothstein & Santana, 2017) dalam IQFT iaitu: (i) murid perlu membina sebanyak mungkin soalan, (ii) murid perlu berbincang sepanjang aktiviti kumpulan, (iii) murid perlu membuat penilaian terhadap soalan yang dibina dan (iv) murid perlu menulis setiap soalan dengan jelas dan menukar sebarang pernyataan kepada soalan (jika ada). Kemudian pada langkah 3, murid mula dibimbing untuk menghasilkan soalan secara individu dalam tempoh masa yang diperuntukkan iaitu antara lima hingga sepuluh minit. Melalui pengamatan yang guru-penyelidik lakukan, guru-penyelidik mendapati bahawa penggunaan bahan rangsangan pada langkah 1 iaitu ais telah merangsang murid untuk menghasilkan soalan penyiasatan. Setiap murid telah membina lebih daripada satu soalan berkaitan dengan fokus soalan iaitu ais.

Pada langkah 4, murid-murid diarahkan untuk berkongsi soalan-soalan yang mereka telah bina dengan ahli-ahli kumpulan mereka. Ketua kumpulan bertanggungjawab untuk menggabungkan soalan-soalan yang dihasilkan oleh ahli-ahli kumpulan dengan mencatatkan soalan-soalan tersebut pada kertas sebak. Pada langkah 5, murid diperkenalkan pula dengan rubrik SMART sebagai panduan kepada mereka untuk mengenal pasti soalan penyiasatan. SMART merujuk kepada *specific, measurable, achievable, relevant* dan *timely*. Murid perlu mengenal pasti soalan-soalan yang dibina sama ada ia memenuhi kriteria SMART iaitu soalan yang dibina perlu spesifik, boleh diukur dan disukat, boleh dicapai dan dilaksanakan dengan jayanya, realistik dan mempunyai masa yang mencukupi untuk menjalankan penyiasatan. Berdasarkan rubrik SMART pada langkah 6, setiap

kumpulan berbincang untuk memberikan skor pada setiap soalan yang dibina oleh ahli-ahli kumpulan masing-masing (seperti yang ditunjukkan pada Jadual 3).

Jadual 3. Skor soalan-soalan menggunakan rubrik SMART

| SMART | Soalan 1 | Soalan 2 | Soalan 3 | Soalan 4 | Soalan 5 |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Specific</i> | / | / | / | / | / |
| <i>Measurable</i> | | / | / | / | |
| <i>Achievable</i> | | | / | | / |
| <i>Relevant</i> | / | | / | | / |
| <i>Timely</i> | | | / | | / |

Pada langkah 7, setiap kumpulan menyenaraikan soalan yang mempunyai skor tinggi untuk dikongsikan kepada kumpulan-kumpulan yang lain. Jadual 4 menunjukkan soalan-soalan yang mempunyai skor tinggi yang dibina oleh murid Tingkatan 1 lelaki. Terdapat empat soalan penyiasatan iaitu soalan 4, 6, 7 dan 8. Soalan 4 dan 6 boleh dikategorikan sebagai soalan berbentuk penjelasan, soalan 7 boleh dikategorikan sebagai soalan berbentuk ramalan manakala soalan 8 boleh dikategorikan sebagai soalan berbentuk eksplorasi. Soalan 8 merupakan contoh soalan penyiasatan yang baik kerana penyiasatan boleh dilakukan menggunakan beberapa pemboleh ubah. Penyiasatan boleh dilakukan dengan meletakkan bikar yang berisi ais di bawah kipas atau tempat berangin atau dengan memanaskannya menggunakan penunu Bunsen atau meletakkannya di bawah cahaya matahari. Soalan 1, 2 dan 3 bukan soalan penyiasatan kerana soalan-soalan tersebut mempunyai jawapan yang terhad. Soalan 5, 9 dan 10 juga bukan soalan penyiasatan kerana soalan ini kurang jelas dan tidak spesifik.

Jadual 4. Soalan-soalan yang mempunyai skor tinggi dibina oleh murid tingkatan 1 lelaki pada Kitaran 2.

| Bil. | Soalan-soalan |
|------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | “Apakah yang akan berlaku kepada ais di dalam bikar selepas beberapa minit?” |
| 2. | “Mengapakah kuantiti air semakin bertambah?” |
| 3. | “Apakah jirim ais selepas diletakkan pada suhu bilik?” |
| 4. | “Mengapakah ais mencair apabila menerima haba?” |
| 5. | “Mengapakah ais rasa sejuk?” |
| 6. | “Mengapakah wap air naik ke udara ketika ais mencair?” |
| 7. | “Berapakah anggaran ais yang diperlukan untuk mencair menjadi 25 ml?” |
| 8. | “Bagaimanakah ais mencair dengan cepat?” |
| 9. | “Mengapakah ais mengambil masa yang lama untuk mencair?” |
| 10. | “Apakah yang akan berlaku kepada ais sekiranya suhu tinggi?” |

Intervensi IQFT yang menggunakan tajuk jirim dan fokus soalan ais diimplementasikan juga kepada murid Tingkatan 1 perempuan. Jadual 5 menunjukkan soalan-soalan yang mempunyai skor tinggi dibina oleh murid Tingkatan 1 perempuan. Soalan 2, 4, 5 dan 8 merupakan soalan penyiasatan. Soalan

2 boleh dikategorikan sebagai soalan berbentuk ramalan manakala soalan 4, 5 dan 8 boleh dikategorikan sebagai soalan berbentuk eksplorasi yang mempunyai jawapan yang terbuka. Soalan 8 merupakan contoh soalan penyiasatan yang baik kerana terdapat banyak proses penyiasatan boleh dijalankan iaitu peleburan dan kondensasi. Kedua-dua proses ini boleh menukar bentuk pepejal kepada cecair. Soalan 1, 3, 6, 7 dan 9 bukan soalan penyiasatan kerana soalan-soalan ini mempunyai jawapan yang terhad. Contoh jawapan yang terhad bagi menjawab soalan 7 ialah takat lebur ais ialah 0°C.

Jadual 5. Soalan-soalan yang mempunyai skor tinggi dibina oleh murid tingkatan 1 perempuan pada Kitaran 2.

| Bil. | Soalan-soalan |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <i>“Bagaimanakah ais di dalam bikar itu boleh mencair?”</i> |
| 2. | <i>“Jika ais dibiarkan di bawah cahaya matahari, apakah yang akan berlaku?”</i> |
| 3. | <i>“Apakah yang akan berlaku jika ais di atas meja telah dimasukkan ke dalam peti sejuk?”</i> |
| 4. | <i>“Apakah yang kita dapat perhatikan daripada bongkah ais itu?”</i> |
| 5. | <i>“Adakah ais boleh menjadi pelbagai bentuk dan bagaimanakah ia terjadi?”</i> |
| 6. | <i>“Berapakah masa yang diambil untuk ais melebur sepenuhnya?”</i> |
| 7. | <i>“Berapakah takat lebur ais?”</i> |
| 8. | <i>“Bagaimanakah pepejal boleh berubah menjadi cecair?”</i> |
| 9. | <i>“Apakah yang dimaksudkan dengan takat lebur?”</i> |

Mereflek Tindakan

Pada kitaran 2 terdapat peningkatan jumlah soalan penyiasatan yang dibina oleh murid. Guru-penyelidik mendapati bahawa soalan penyiasatan yang boleh dikategorikan sebagai ramalan, eksplorasi dan penjelasan (Chin, 2002) lebih banyak dibina oleh murid berbanding bentuk soalan penyiasatan yang lain. Penggunaan tajuk jirim dan fokus soalan ais juga mempengaruhi jumlah soalan penyiasatan yang dibina oleh murid. Perkara ini mungkin disebabkan oleh pengetahuan sedia ada murid tentang tajuk jirim dan pengalaman seharian mereka terhadap ais. Oleh sebab murid telah diperkenalkan dengan teknik penyoalan pada kitaran 1, proses melaksanakan IQFT pada kitaran 2 berjalan dengan lancar kerana murid mengetahui sedikit sebanyak teknik penyoalan yang digunakan pada kitaran 1. Guru-penyelidik juga mendapati bahawa penggunaan fokus soalan melalui bahan maujud yang melibatkan pengalaman sebenar banyak membantu murid membina soalan penyiasatan (Nik Yusuf et al., 2017). Justeru, guru-penyelidik beranggapan bahawa pemilihan tajuk yang sesuai amatlah penting agar murid dapat membina soalan penyiasatan melalui IQFT.

KESIMPULAN

Terdapat empat pembelajaran utama guru-penyelidik peroleh hasil daripada penglibatan dalam kajian ini. Pertama, guru-penyelidik menyedari bahawa proses membina soalan penyiasatan merupakan satu proses yang kompleks terutamanya dalam pembelajaran inkuiri terbuka. Yoon et al. (2012) menjelaskan bahawa terdapat tiga perkara yang kurang diamalkan oleh guru dalam P&P Sains iaitu: (i) mengembangkan idea dan rasa ingin tahu murid, (ii) membimbing murid merancang penyiasatan bagi mengesahkan hipotesis, dan (iii) mengukuhkan tafsiran dan dapatan perbincangan murid. Tambahan pula, inkuiri merupakan pendekatan pembelajaran yang sukar kerana guru keliru antara inkuiri terbimbing dengan inkuiri terbuka, kurang kefahaman tentang hipotesis dan kurang keyakinan terhadap pengetahuan kandungan sains (Yoon et al., 2012). Guru-penyelidik juga menyedari bahawa kurang kemahiran dalam membimbing murid membina soalan penyiasatan menjadi punca pembelajaran inkuiri kurang berkesan. Justeru, melalui proses kajian tindakan yang merangkumi fasa merancang tindakan, mengambil tindakan, mengumpul dan menganalisis data serta mereflek tindakan telah membantu guru-penyelidik membangunkan teknik penysoalan, *Investigable Question Formulation Technique* (IQFT). Dalam kajian ini, guru-penyelidik menunjukkan bahawa soalan penyiasatan boleh dipupuk dalam kalangan murid meskipun kajian-kajian yang lepas menjelaskan bahawa soalan penyiasatan bukan kebiasaan dalam pengajaran Sains di Malaysia, apatah lagi P&P Sains yang menggunakan pendekatan inkuiri terbuka.

Pembelajaran kedua, guru-penyelidik mendapati bahawa sesuatu teknik baharu yang diperkenalkan kepada murid perlu diaplikasikan dalam pengajaran secara konsisten atau melalui proses pengulangan yang berterusan. Sebelum ini, murid-murid tidak dibiasakan dengan soalan penyiasatan dan teknik untuk membina soalan penyiasatan. Justeru, proses pengulangan sangat penting supaya dapat membimbing murid membiasakan diri mereka dengan teknik baharu yang diperkenalkan dalam P&P Sains. Namun, kekangan masa menjadi halangan terbesar untuk mengaplikasikan teknik penysoalan secara kerap kerana teknik tersebut mengambil masa yang lama berbanding pengajaran secara tradisional. Perkara ini dijelaskan oleh Fitzgerald et al. (2019) bahawa guru tidak mempunyai masa yang banyak untuk melaksanakan pendekatan penyiasatan berasaskan inkuiri disebabkan oleh silibus yang banyak untuk diajar kepada murid-murid. Selain itu, proses membina soalan penyiasatan melibatkan kemahiran berfikir aras tinggi dan pemikiran secara kritis. Kajian ini memberikan pengajaran kepada guru-penyelidik untuk mempunyai kesabaran yang tinggi ketika membimbing murid dengan meletakkan matlamat jangka panjang kerana kemahiran membina soalan penyiasatan bukan boleh dapat dicapai dalam tempoh masa sehari dua. Namun, sekiranya murid-murid dibiasakan dengan teknik penysoalan IQFT, mereka akan menjadi semakin mahir membina soalan penyiasatan.

Pembelajaran ketiga, melalui pengamatan guru-penyelidik dalam kajian ini kemahiran membina soalan penyiasatan bukan sesuatu kemahiran yang boleh diajar kepada murid secara langsung. Sebaliknya, kemahiran seperti ini boleh diterapkan dalam P&P Sains menggunakan pelbagai tajuk yang terdapat dalam silibus. Intervensi IQFT yang dibangunkan dalam kajian ini bersifat universal, ia bukan sahaja boleh diterapkan dalam mata pelajaran Sains tulen tetapi mata pelajaran Sains yang lain seperti Matematik Tambahan, sains gunaan, teknologi dan vokasional. Selain itu, kemahiran membina soalan penyiasatan bukan sahaja penting bagi membolehkan murid merancang dan menjalankan penyiasatan, bahkan ia berupaya untuk memupuk kemahiran berfikir secara kritis dalam kalangan murid. Murid tidak dapat menjalankan penyiasatan sekiranya tidak dapat membina soalan penyiasatan atau soalan yang dibina bukan soalan penyiasatan (Harrak et al., 2019). Justeru, kemahiran membina soalan penyiasatan juga berupaya untuk memupuk kemahiran berfikir secara kritis yang merupakan sebahagian daripada kemahiran aras tinggi untuk diaplikasikan dalam kehidupan seharian.

Pembelajaran keempat dan terakhir, penglibatan guru-penyelidik dalam kajian ini mengajar guru-penyelidik bahawa sesuatu teori pendidikan atau pedagogi hanya berperanan sebagai asas pengetahuan seseorang guru. Namun, bagaimana untuk mengaplikasinya terserah kepada guru itu sendiri. Guru mempunyai tanggungjawab yang besar dalam mengadaptasi sesuatu teori pendidikan atau pedagogi mengikut konteks setempat iaitu sekolah, guru dan murid. Pada peringkat permulaan, guru-penyelidik telah mengadaptasikan *Question Formulation Technique* daripada kajian Rothstein

dan Santana (2017) dalam kitaran 1, namun guru-penyelidik telah mendapati bahawa beberapa elemen dalam teknik tersebut perlu diubah suai. Justeru, dalam kitaran 2 guru-penyelidik telah membangunkan intervensi IQFT yang menggabungkan kerangka kajian Chin (2002), Brown (2016) serta Rothstein dan Santana (2017) yang disesuaikan dalam konteks pengajaran guru-penyelidik sendiri. Justeru, memodifikasikan sesuatu teori pendidikan atau pedagogi dalam konteks setempat seseorang guru adalah sangat penting kerana guru mempunyai kefahaman yang mendalam tentang konteks pengajaran dirinya sendiri.

RUJUKAN

- Allan, F., Herbert, A., Peter, P., & Bridget, S. (2018). Teachers Investigate Their Work. *Teachers Investigate Their Work*. <https://doi.org/10.4324/9781315398822>
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying Inquiry Instruction. *The Science Teacher*, 30–33.
- Brown G., Leonard G., & Arthur-Kelly, M. (2016). Writing SMARTER goals for professional learning and improving classroom practices. *Reflective Practice*, 17(5), 621–635. <https://doi.org/10.1080/14623943.2016.1187120>
- Chin, C. (2002). Open investigations in science: posing problems and asking investigative questions. *Teaching and Learning*, 23(2), 155–166. <https://doi.org/10.1080/0263514022000030499>
- Chin, C., & Osborne, C. (2008). Students' questions: a potential resource for teaching and learning science. *Studies in Science Education*, 44(1), 1–39. <https://doi.org/10.1080/03057260701828101>
- Chin, C., & Kayalvizhi, G. (2002). Posing problems for open investigations: What questions do pupils ask? *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 269–287. <https://doi.org/10.1080/0263514022000030499>
- Chin, C., & Osborne, J. (2010). Supporting argumentation through students' questions: Case studies in science classrooms. *Journal of the Learning Sciences*, 19(2), 230–284. <https://doi.org/10.1080/10508400903530036>
- Dillon, J. T. (1988). The Remedial Status of Student Questioning. *Journal of Curriculum Studies*, 20(3), 197–210. <https://doi.org/10.1080/0022027880200301>
- Fitzgerald, M., Danaia, L., & McKinnon, D. H. (2019). Barriers Inhibiting Inquiry-Based Science Teaching and Potential Solutions: Perceptions of Positively Inclined Early Adopters. *Research in Science Education*, 49(2), 543–566. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9623-5>
- Harrak, F., Bouchet, F., & Luengo, V. (2019). From Students' Questions to Students' Profiles in a Blended Learning Environment. *Journal of Learning Analytics*, 6(1), 54–84. <https://doi.org/10.18608/jla.2019.61.4>
- Herr, K., & Anderson, G. L. (2005). *The action research dissertation: A guide for students and faculty*. SAGE Publications, Inc. <https://www.doi.org/10.4135/9781452226644>
- Jacques, L. A., Cian, H., Herro, D. C., & Quigley, C. (2020). The Impact of Questioning Techniques on STEAM Instruction. *Action in Teacher Education*, 42(3), 290–308. <https://doi.org/10.1080/01626620.2019.1638848>
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R., (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Springer
- Keys, C. W. (1998). A study of grade six pupils generating questions and plans for open-ended science investigations. *Research in Science Education*, 28(3), 301–316. <https://doi.org/10.1007/BF02461565>
- Laronde, G., & MacLeod, K. (2012). Modeling various teaching methods in a faculty of education in science education: Chalk and talk, virtual labs or hovercrafts. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 9(2), 107–114
- Li, W. S. S., & Arshad, M. Y. (2015). Inquiry Practices in Malaysian Secondary Classroom and Model of Inquiry Teaching Based on Verbal Interaction. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 12, 151–175. <https://doi.org/10.32890/mjli2015.12.8>
- Lock, R. (1990). Open-ended, problem-solving investigations. *School Science Review*, 71(256), 63–72
- McNiff, J. (2007). My story is my living educational theory. In D. J. Clandinin (Ed.), *Handbook of narrative inquiry: Mapping a methodology* (pp. 308–329). Sage Publications Ltd

- McNiff, J. (2017). *Action research: All you need to know*. Sage Publications Ltd
- Ministry of Education Malaysia [MOE]. (2013). *Malaysia Education Blueprint 2013-2025 (Preschool to post-secondary education)*. Putrajaya: Ministry of Education Malaysia
- Newell, A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem-solving*. NJ: Prentice Hall
- Nik Yusuf, N. A., Abdullah, N., & Mohamed Noh, N. (2017). Scientific identity and inquiry-based teaching amongst secondary school adolescents. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 7(2), 72-84. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol7.2.6.2017>
- Othman, I., & Md Salleh, N. (2019). Pendekatan konstruktivisme dalam pengembangan kurikulum: Kesannya ke atas penguasaan kemahiran proses sains. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 3(1), 60-71
- Rezba, R. J., Auldrige, T., & Rhea, L. (1999). *Teaching & Learning the Basic Science Skills*. <https://goo.gl/2JNav5>
- Riel, Margaret. (2010). The Center for Collaborative Action Research@Pepperdine University. *Inquiry in Education*, 1(1), 1-3
- Rothstein, D., & Santana, L. (2017). *Make just one change: Teach students to ask their own questions*. Harvard Education Press
- Sabu, N., Mohamed Noh, N., Che Ahmad, C. N., & Abdullah, N. (2018). Kesan ejen pedagogi dan rangsangan multimedia dalam koswer nutri-score terhadap kemahiran berfikir aras tinggi. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*, 8(2), 60-73. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol8.2.6.2018>
- Salavera, C., Usán, P., & Teruel, P. (2019). Contextual problems, emotional intelligence and social skills in Secondary Education students. Gender differences. *Annales Médico-Psychologiques*, 177, 223-230. <https://doi.org/10.1016/j.amp.2018.07.008>
- Scardamalia, M. & Bereiter, C. (1992). Text-based and knowledge-based questioning by children. *Cognition and Instruction*, 9(3), 177-199. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0903_1
- Scriven, M., & Paul, R. (2008). *Defining Critical Thinking*. Foundation for Critical Thinking. <http://www.criticalthinking.org/aboutCT/definingCT.cfm>
- Shodell, M. (1995). The Classroom Student Questions as Course in Biology Curriculum is Continuous. *The American Biology Teacher*, 57(5), 278-281
- Venema, S., & Lodge, J. M. (2013). Capturing dynamic presentation: Using technology to enhance the chalk and the talk. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(1), 20-31
- Watts, M. (1991). *The science of problem-solving*. London: Cassell Educational Ltd
- Whitehead, J. (1989). Creating a living educational theory from questions of the kind, 'How do I improve my practice?'. *Cambridge Journal of Education*, 19(1), 41-52
- Yin Peen, T., & Yusof Arshad, M. (2014). Teacher and student questions: A case study in Malaysian secondary school problem-based learning. *Asian Social Science*, 10(4), 174-182. <https://doi.org/10.5539/ass.v10n4p174>
- Yoon, H. G., Joung, Y. J., & Kim, M. (2012). The challenges of science inquiry teaching for pre-service teachers in elementary classrooms: Difficulties on and under the scene. *Research in Science Education*, 42(3), 589-608. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9212-y>
- Zion, M., & Mendelovici, R. (2012). Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits. *Science Education International*, 23(4), 383-399