

## Peningkatan Kreativiti Saintifik Murid: Intervensi Pembelajaran Integrasi STEM Berkontekskan Sains Forensik (Increasing Students' Scientific Creativity: STEM Integration Learning Intervention in the Context of Forensic Science)

NOOR FADZILAH ARIS, MOHD ALI SAMSUDIN & NOR ASNIZA ISHAK\*

### ABSTRAK

Cabaran semasa dalam sistem pendidikan Malaysia adalah untuk menyediakan pendidikan berkualiti yang mampu menghasilkan modal insan bertaraf dunia dan mempunyai kemahiran-kemahiran kritikal alaf ke-21. Pada masa yang sama, PPPM 2013-2025 turut menggalakkan rakyat Malaysia agar terlibat dengan bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) kerana sesungguhnya kemajuan teknologi dan pembangunan ekonomi masyarakat hari ini didorong oleh STEM. Kajian ini bertujuan untuk mengenalpasti kesan penggunaan pendekatan Pembelajaran Integrasi STEM Berkontekskan Sains Forensik (PISTEM Forensik) terhadap perolehan kreativiti saintifik dalam kalangan murid tingkatan empat, dan kesannya berdasarkan jantina. Kajian ini berbentuk eksperimen kuasi yang melibatkan 67 orang murid tingkatan empat (31 perempuan dan 36 lelaki) daripada dua buah sekolah berlainan. Pengumpulan data telah dijalankan melalui Ujian Kreativiti Saintifik yang diberi kepada kedua-dua kumpulan murid yang terlibat. Dapatan kajian menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan pada kreativiti saintifik murid yang mengikuti pendekatan PISTEM Forensik pada aras  $p < .05$ . Implikasi kajian ini kepada sekolah adalah penambahbaikan dalam penerapan kemahiran kreativiti saintifik yang berkesan terhadap para pelajar. Kesimpulannya, pendekatan PISTEM Forensik dapat meningkatkan perolehan kreativiti saintifik murid sekolah menengah.

*Kata kunci:* Pembelajaran Integrasi STEM, Sains Forensik, Kreativiti Saintifik

### ABSTRACT

The current challenge in Malaysia's education system is to provide quality education capable of producing world-class human capital and possessing 21st century critical skills. At the same time, PPPM 2013-2025 also encourages Malaysians to engage with the Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) field as indeed the technological advances and economic development of the society today are driven by STEM. The purpose of this study is to investigate the effect of the use of STEM Integration Learning Approach for Forensic Science (PISTEM Forensik) on the acquisition of scientific creativity among form four students, and its effects based on gender. This study is a quasi-experimental study involving 67 form four students (31 female and 36 male) from two different schools. Data collection was carried out through the Hu & Adey Scientific Creativity Test which was given to both groups of students involved. The findings show that there is a significant difference in the student's scientific creativity following the PISTEM Forensik Approach at the level of  $p < .05$ . The implication of this study to schools is an improvement in the application of effective scientific creativity skills to students. In conclusion, the PISTEM Forensik Approach can enhance the acquisition of scientific creativity of high school students.

*Keywords:* STEM Integration Learning, Forensic Science, Scientific Creativity

### PENGENALAN

Menjelang 2020, pekerjaan bidang STEM dijangka berkembang dua kali ganda lebih cepat berbanding pekerjaan yang lain (Sublette 2013). Untuk bersaing dengan negara termaju dunia adalah penting bagi Malaysia menyediakan sistem pendidikan bermutu yang mampu memenuhi keperluan modal insan

bertaraf dunia yang berkemahiran alaf ke-21. Jelas sekali model persekolahan lama yang melibatkan pembelajaran secara pasif adalah tidak relevan untuk diguna pakai pada hari ini (Thomas & Watters 2015). Sesi pengajaran dan pembelajaran khususnya bagi subjek sains menjadi pasif akibat guru hanya fokus untuk mengajar isi kandungan pelajaran semata-mata lalu mengabaikan elemen kreativiti saintifik (Mariani

& Zaleha 2013). Guru juga mengejar masa menghabiskan silibus untuk tujuan peperiksaan dan menganggap penyebatan kreativiti saintifik dalam pengajaran mereka sebagai gangguan yang melambatkan. Natijahnya, pemupukan kreativiti saintifik dalam pengajaran dilupakan lantas menyebabkan tahap kreativiti murid menjadi rendah (Saracho 2012). Keadaan ini ketara menunjukkan bahawa kaedah ini tidak membantu murid dalam meningkatkan kemahiran menyelesaikan masalah dan menggunakan kreativiti (Cavallo et al. 2004) memandangkan mereka hanya menerima pengetahuan yang diberikan guru secara terus tanpa mensintesis pengetahuan tersebut. Lantaran itu, kurikulum perlu diperbaharui untuk menyediakan modal insan yang mampu mengintegrasikan disiplin berbeza serta menggunakan kreativiti saintifik mereka pada kadar optimum. Justeru, transformasi dalam kaedah pengajaran dan pembelajaran (PdP) di sekolah perlu dilakukan.

Ciri-ciri individu yang dikehendaki pada abad ke-21 seperti dinamik, kreatif dan berdaya saing dapat direalisasikan sekiranya perancangan yang betul digunakan. Salah satu strategi yang dikenal pasti ialah dengan mewujudkan pengintegrasian pengajaran melalui gabungan pelbagai elemen kaedah pengajaran, memasukkan unsur STEM serta menggalakkan murid berfikir kreatif dan inovatif. Mata pelajaran sains dikenal pasti menjadi medium utama untuk memupuk budaya kreatif dan inovatif dalam kalangan murid di sekolah (Lilia et al. 2015). Oleh itu kreativiti saintifik patut mendapat perhatian dalam pendidikan sains untuk menghasilkan para saintis atau individu yang memahami cara para saintis bekerja sebagai sebahagian daripada pemahaman umum dalam masyarakat (Hu & Adey 2002).

Kreativiti umum adalah berbeza daripada kreativiti bidang sains atau lebih dikenali sebagai kreativiti saintifik (Siew et al. 2014). Tidak seperti kreativiti umum merentasi domain, kreativiti dalam bidang sains atau kreativiti saintifik boleh dikenal pasti melalui tiga dimensi utama iaitu pemikiran kreatif, pengetahuan saintifik dan kemahiran inkuiri saintifik (Park 2011). Seseorang murid boleh dikategorikan mempunyai kreativiti saintifik yang baik apabila dia merangka satu eksperimen yang tidak terikat dengan prosedur di dalam buku teks (kemahiran inkuiri saintifik) bagi menguji sesuatu teori (pengetahuan saintifik) dan merangka eksperimen tersebut melalui pemikiran mencapah (pemikiran kreatif). Kriteria dan proses yang dialami oleh murid dalam menghasilkan sesuatu yang kreatif dalam sains adalah berbeza berbanding kreativiti dalam seni yang hanya memerlukan pengetahuan dan pemikiran kreatif tetapi tidak memerlukan kemahiran inkuiri saintifik (Glaveanu et al. 2013). Kreativiti saintifik ini penting dalam pembelajaran sains khasnya dalam

penyelesaian masalah dan penghasilan idea dan produk baharu (Lilia et al. 2015).

Pembelajaran integrasi STEM merupakan pendekatan interdisiplin yang mengintegrasikan sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik ke dalam paradigma pembelajaran yang lebih bererti. Para penyelidik mendapati bahawa pendekatan Pembelajaran Integrasi STEM Forensik (PISTEM Forensik) boleh membantu meningkatkan kreativiti pelajar (Bhairam-Raza 2012; Fenelon & Breslin 2012; Yanowitz 2016). Hal ini demikian kerana PISTEM Forensik memberi tumpuan kepada pembelajaran di sekitar penyelesaian masalah dunia sebenar yang menarik dan sahih melalui senario kes jenayah yang mencabar (Fradella et al. 2007). Sifat yang kompleks dan tulen dari masalah-masalah ini memerlukan para pelajar untuk mengaplikasikan pengetahuan daripada komponen disiplin STEM untuk mencari jalan penyelesaian (Burgess 2015; Yanowitz 2016). Melalui pendekatan PISTEM Forensik, integrasi menyeluruh telah digunakan dalam kajian ini iaitu setiap langkah pembelajaran STEM menerusi konteks Sains Forensik dilakukan serentak dalam proses pembelajaran yang ditetapkan. Justeru itu, pembelajaran integrasi STEM menerusi konteks Sains Forensik dalam mata pelajaran sains merupakan satu strategi yang dapat digunakan untuk merangsang kreativiti saintifik dalam kalangan murid. Dalam kajian ini modul PISTEM Forensik telah digunakan bagi tujuan tersebut.

Melalui tinjauan literatur, didapati jantina merupakan salah satu ciri yang sering dikaji untuk melihat perbezaan antara lelaki dan perempuan terhadap kreativiti saintifik STEM murid sekolah menengah. Perbezaan jantina juga dikatakan mempunyai perhubungan dengan kemahiran kreativiti saintifik STEM murid (Mohamed 2006). Walau bagaimanapun, keputusan kajian adalah bercampur-campur. Sebagai contoh, Piaw (2014) mendapati bahawa murid lelaki mempunyai kreativiti yang lebih tinggi berbanding murid perempuan di sebuah sekolah menengah, manakala Kousoulas & Mega (2009) pula mendapati murid perempuan lebih kreatif. Saçli dan Demirhan (2011) pula mendapati tiada perbezaan jantina dari aspek kreativiti. Heilman & Okimoto (2007) menjelaskan fenomena murid lelaki lebih kritis dan kreatif adalah disebabkan lelaki sering menggunakan dominasi otak kiri mereka (di mana penggunaan otak kiri merujuk kepada pemikiran logik dan analitis) sedangkan wanita cenderung menggunakan otak kanan sebagai pilihan mereka terhadap perasaan dan pemikiran berlandaskan interpersonal. Justeru itu, terdapat keperluan untuk mengkaji keberkesanan pembelajaran integrasi STEM terhadap kreativiti saintifik dengan mengambil kira aspek jantina. Terdapat keperluan yang jelas untuk 'menarik' murid-murid negara ini tidak kira lelaki

atau perempuan agar sama-sama menggunakan kemahiran berfikir mereka semasa belajar.

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan penggunaan modul Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik ke atas kreativiti saintifik dalam kalangan murid Tingkatan Empat. Kajian ini juga turut menyelidik sama ada penggunaan Modul Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik memberi kesan yang berbeza terhadap kreativiti saintifik murid yang mempunyai jantina berbeza. Berikut merupakan persoalan dan hipotesis kajian:

1. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos kreativiti saintifik antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani pendekatan PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra?
- H<sub>01</sub> Tidak terdapat perbezaan yang signifikan pada min skor ujian pos kreativiti saintifik antara murid lelaki dan perempuan yang menjalani pendekatan PISTEM Forensik selepas mengawal kesan ujian pra.

#### KREATIVITI SAINTIFIK

Kajian berkaitan pemikiran kreatif menjadi semakin pesat pada awal tahun 1950-an dan semakin berkembang sejak itu. Sehingga kini terdapat ribuan sarjana di seluruh dunia yang telah memberi sumbangan terhadap bidang kreativiti. Antara tokoh terkemuka dalam disiplin ini ialah Paul Torrance. Torrance (1990) menegaskan bahawa adalah sukar untuk memberikan satu definisi yang benar-benar tepat kepada perkataan 'kreativiti'. Ini adalah kerana ciri-ciri kreativiti itu sendiri yang infinitif serta melibatkan setiap deria yang dimiliki oleh manusia. Kesukaran untuk memberikan satu definisi kreativiti yang tepat mempunyai kaitan dengan sifat kreativiti itu sendiri yang saling bergantung antara disiplin atau bidang. Torrance juga berpendapat bahawa keupayaan untuk terus berfikir secara terbuka dan bebas semasa berdepan dengan situasi- situasi tidak menentu adalah tanda bagi personaliti pemikiran kreatif. Akhirnya Torrance telah mengeluarkan satu indikator pemikiran kreatif yang umum. Menurut Torrance, tahap kreativiti seseorang dapat diukur menggunakan Ujian Pemikiran Kreatif Torrance (TTCT) (Torrance 1990). Menurut beliau, seseorang yang mempunyai pemikiran yang kreatif harus memiliki sekurang-kurangnya empat ciri iaitu kelancaran (*fluency*), keluwesan (*flexibility*), penghuraian (*elaboration*) dan keaslian (*originality*) (Torrance 1990).

Memahami konsep kreativiti yang sebenarnya sangat penting terutamanya bagi para pendidik yang berperanan memupuk kreativiti murid dalam bilik

darjah. Justeru itu, amat mustahak bagi pendidik untuk mengetahui bahawa definisi kreativiti boleh difahami berdasarkan perspektif bidang masing-masing. Dari sudut perspektif sains, kreativiti dilihat sebagai kebolehan saintifik yang menghasilkan idea menepati konsep sains dengan impak penemuan baharu yang memberikan nilai saintifik kepada masyarakat (Lilia et.al 2015). Jelas bahawa kreativiti dalam sains mempunyai aspek berbeza berbanding kreativiti dalam seni dan sastera (Park 2011). Mutakhir ini ramai penyelidik kajian kreativiti dalam bidang sains telah memperkenalkan 'kreativiti saintifik' sebagai salah satu kaedah untuk mengkaji kreativiti dalam bidang ini (Park 2011; Mukhopadhyay 2013).

Individu yang memiliki kreativiti saintifik mempamerkan ciri-ciri kreatif secara saintifik dan bukan setakat kreatif semata-mata. Ini termasuklah mampu mengeluarkan idea-idea bernas berdasarkan fakta dan konsep sains yang dapat diguna pakai untuk menjalankan inkuiri saintifik (Park 2011). Bahan pengajaran sains yang digunakan dibina dengan mengambil kira aspek penerapan elemen kreativiti, pengetahuan saintifik dan kemahiran inkuiri saintifik yang jelas supaya murid memahami isi pelajaran dan mengaplikasikan ilmu sains tersebut dalam konteks kehidupan harian (Park 2011). Kreativiti saintifik penting untuk seseorang itu menguasai kemahiran mencari dan menyelesaikan masalah, membuat hipotesis, merancang pengujian dan inovasi teknologi dengan mewujudkan hipotesis dan idea baharu dari pengetahuan sedia ada mereka.

Hu dan Adey (2002) telah mentafsirkan kreativiti saintifik sebagai keupayaan berfikir yang melibatkan kepintaran atau kecerdasan akal fikiran individu. Kepintaran akal fikiran seseorang itu berhubung kait dengan pengetahuan saintifik dan kemahiran memproses idea secara saintifik. Menurut Hu dan Adey (2002) ciri-ciri kreativiti saintifik adalah seperti berikut:

1. Kepekaan dan kebolehan menyelesaikan masalah atau isu yang timbul
2. Kebolehan menghasilkan produk baharu menggunakan ilmu sains dan teknologi
3. Kebolehan mentafsir, menjangka, mengimajinasi dan mengenal pasti
4. Kemampuan menghasilkan hipotesis dan membuktikannya

Dalam konteks kajian ini, kreativiti saintifik ditakrifkan sebagai melakukan sains dengan melibatkan penggunaan pelbagai kemahiran proses sains, memiliki kecekapan pengetahuan kandungan sains, dan berkeupayaan untuk mencari dan menyelesaikan masalah dalam cara yang sesuai dan unik (Hu & Adey 2002). Pencapaian dalam kreativiti

saintifik kajian ini diukur melalui Ujian Kreativiti Saintifik oleh Hu dan Adey (2002) yang mengandungi tujuh item kesemuanya. Setiap item memerlukan kemahiran sains yang berbeza-beza untuk menguji kreativiti saintifik murid.

#### PEMBELAJARAN INTEGRASI STEM

Akronim STEM bermaksud Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (Abdulkadir & Adiguzel 2016). Pendidikan STEM ditakrifkan sebagai pendekatan antara disiplin dalam pembelajaran di mana konsep akademik digabungkan bersama-sama pembelajaran berkaitan dunia sebenar (Chiu et al. 2015). Murid mengaplikasikan STEM dalam konteks hubungan mereka dengan sekolah, komuniti, kerja dan usaha global yang membolehkan pembangunan literasi STEM dan keupayaan untuk bersaing dalam ekonomi baharu. Selama satu dekad ini, pendidikan STEM telah mendapat perhatian meluas dan diakui sebagai salah satu fokus utama dalam gerakan reformasi pendidikan global (Abdulkadir & Adiguzel 2016).

Pembelajaran Integrasi STEM memberi tumpuan kepada bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik sebagai komponen utama yang menggalakkan perkembangan kemahiran kerjaya masa depan murid. Melalui penglibatan dalam bidang ini, murid boleh membangunkan keupayaan pemikiran kritis, kreativiti, penyelesaian masalah serta memacu kemajuan masyarakat yang stabil dan mantap. Pembelajaran STEM yang terintegrasi dengan bidang lain, mampu menciptakan individu yang kreatif, kritis dan inovatif. Sanders (2009) menyifatkan PISTEM sebagai "pendekatan yang meneroka pengajaran dan pembelajaran antara mana-mana dua atau lebih daripada bidang subjek STEM, dan / atau di antara subjek STEM dengan satu atau lebih subjek sekolah yang lain". Ianya dianggap lebih relevan untuk diamalkan dan diajarkan di sekolah. Ini kerana falsafah pembelajaran integrasi STEM menekankan aspek praktikaliti dan realiti. Maka, murid-murid sekolah belajar Sains dan Matematik dalam konteks sebenar, realistik dan bermakna. Integrasi dan kesepaduan pengajaran dengan menggabungkan pelbagai elemen, kaedah pengajaran, dan elemen STEM akan menggalakkan pelajar berfikir kreatif dan inovatif seterusnya menghasilkan murid yang dinamik dan kreatif pada abad ini.

Menurut falsafah Integrasi STEM, pembelajaran STEM boleh berlaku melalui beberapa pendekatan pedagogi khusus seperti pendekatan pemikiran reka bentuk, pendekatan projek dan termasuklah pendekatan inkuiri. Pendekatan inkuiri dikenal pasti sebagai arahan berorientasikan STEM yang mampu

mengintegrasikan disiplin STEM sedemikian rupa agar murid dapat melihat saling hubungan dan kesinambungan antara disiplin ini. Selain itu, pendekatan ini secara tidak langsung dapat memberitahu murid bahawa penyelesaian kepada masalah atau isu dunia sebenar adalah melibatkan gabungan pengetahuan, proses dan amalan dari kesemua disiplin STEM (Ng & Adnan 2018).

Pembelajaran berasaskan inkuiri melibatkan penyelidikan saintifik dan rekabentuk kejuruteraan. Kedua-duanya mempromosikan aktiviti *hands-on* yang bermakna dengan menggunakan situasi kehidupan sebenar untuk menyediakan peluang kepada murid menemui pengetahuan baharu menerusi penjelajahan mendalam mengenai soalan yang diberikan. Justeru, strategi pembelajaran Model Inkuiri 5E ini di reka bentuk dengan melibatkan tugas situasi kehidupan sebenar untuk diselesaikan supaya murid dapat menangani konteks kompleks dalam tugas yang diberi (Campbell 2006). Oleh itu, strategi Inkuiri 5E dilihat amat bersesuaian digunakan untuk pembelajaran Integrasi STEM dengan tujuan memberikan pengalaman mendalam bagi mengenal pasti hubungan antara kesemua empat disiplin STEM.

#### MODUL PEMBELAJARAN INTEGRASI STEM BERKONTEKSKAN SAINS FORENSIK (PISTEM FORENSIK)

Kajian terdahulu telah menunjukkan bahawa kreativiti saintifik dapat dipertingkatkan melalui strategi pengajaran yang sesuai. Kreativiti saintifik pelajar boleh dipertingkatkan melalui penggunaan strategi pengajaran yang menggalakkan penyertaan pelajar melalui aktiviti berfikir dan melibatkan diri dalam proses penyiasatan (Chumo 2014). Dalam kajian ini, modul pembelajaran yang dinamakan sebagai Modul PISTEM Forensik telah digunakan. Modul PISTEM Forensik adalah berasaskan kepada pembelajaran Integrasi STEM yang menggunakan Sains Forensik sebagai konteks untuk pengintegrasian berlaku. Asas pembangunan modul ini adalah berlandaskan kepada Teori Konstruktivisme. Lantaran itu, pendekatan inkuiri yang merupakan aplikasi kepada Teori Konstruktivisme telah dijadikan sebagai pendekatan modul kajian ini. Selain itu, Model Inkuiri 5E digunakan sebagai model untuk menjalankan proses pengajaran modul PISTEM Forensik ini.

Sains Forensik didefinisikan sebagai "aplikasi pengetahuan saintifik dalam sistem undang-undang" (Pyrek 2010). Selain itu, Sains forensik merupakan satu bidang sains yang menjalankan kajian ke atas penyiasatan jenayah dengan menggunakan beberapa bidang ilmu seperti kimia, biologi, fizik, teknologi maklumat, dan sebagainya. Matlamat utama Sains Forensik adalah untuk mencari kenyataan di sebalik

sesuatu kes. Sains Forensik dalam kajian ini merujuk kepada konteks bagi PISTEM iaitu pendekatan intervensi kajian ini. Kandungan kurikulumnya ialah aktiviti sains yang menggunakan pendekatan *hands-on* dalam meneroka isi pengetahuan ilmu kajian forensik seperti *fingerprinting*, *DNA evidence*, *drug testing*, *blood typing*, *chemical detection* dan lain-lain yang disesuaikan dengan isi kandungan Biologi, Fizik dan Kimia KBSM Tingkatan Empat.

Intervensi PISTEM Forensik ini dilaksanakan sebagai pembelajaran sains selepas sekolah dengan menggunakan modul yang telah diberikan kepada guru-guru terlibat. Intervensi ini berlangsung selama 10 minggu dengan satu sesi dijalankan dalam satu minggu berpandukan modul PISTEM Forensik yang dibina. Modul pembelajaran mengandungi lima unit pembelajaran yang mewakili lima senario kes dan kaedah analisis forensik berbeza. Dalam kajian ini, isi kandungan Modul PISTEM Forensik yang dibina terdiri daripada beberapa senario kes masalah jenayah sebenar yang perlu diselesaikan oleh murid menggunakan pendekatan PISTEM. Aktiviti siasatan yang dijalankan oleh murid terdiri daripada siri eksperimen *hands-on* yang bukan sahaja menggunakan ilmu saintifik semata-mata malahan merentasi disiplin Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM).

## METODOLOGI

### REKA BENTUK KAJIAN

Kajian ini dilakukan dengan menggunakan reka bentuk Eksperimen Kuasi Satu Kumpulan Ujian Pra - Ujian Pos. Maka, kajian ini tidak melibatkan kumpulan kawalan. Terdapat hanya satu kumpulan rawatan yang melalui proses eksperimen (intervensi) yang kemudiannya diuji menggunakan Ujian Pra dan Ujian Pos. Menurut Sadler (2011), walaupun kehadiran kumpulan kawalan dianggap sempurna dalam penyelidikan pendidikan, namun realiti sebenar di sekolah menyebabkan kumpulan kawalan tidak digunakan dalam kajian. Ini kerana Pendekatan Pembelajaran Integrasi STEM berkontekskan Sains Forensik dalam kajian ini merupakan aktiviti pembelajaran sains selepas sekolah (*Science in Afterschool*) (Falkenberg et al. 2006) iaitu dijalankan di luar waktu pembelajaran formal di sekolah. Dalam kajian ini, disebabkan terdapat tujuan untuk mengenalpasti kesan intervensi terhadap jantung, maka kumpulan rawatan itu melibatkan dua kumpulan murid. Secara khusus, kajian ini mengkaji kesan variabel tidak bersandar dan variabel moderator terhadap variabel bersandar.

Penyelidikan ini telah mendapat kelulusan etika oleh Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar

Pendidikan (Kementerian Pelajaran Malaysia). Persetujuan untuk menjalankan kajian ini telah diperolehi dari universiti, kementerian, dan pentadbir sekolah tempat kajian ini dijalankan. Prosedur kajian ini dilaksanakan seperti butiran berikut:

1. Ujian pra dilaksanakan seminggu sebelum bermulanya intervensi.
2. Intervensi dilaksanakan selama 10 minggu.
3. Ujian pos dilaksanakan seminggu selepas intervensi tamat.
4. Penganalisan data dilaksanakan.

### POPULASI DAN PERSAMPELAN

Populasi kajian ini hanya melibatkan murid dalam tingkatan empat aliran sains tulen di dua buah sekolah menengah iaitu sebuah SMK (Lelaki) dan sebuah SMK (Perempuan) dalam daerah Kota Setar, Kedah. Populasi terdiri daripada murid-murid sekolah menengah harian biasa untuk mengelakkan kemungkinan terdapat perbezaan dari segi pengurusan dan pentadbiran antara sekolah harian dengan sekolah berasrama penuh.

Pemilihan sampel adalah secara pensampelan bertujuan. Sampel yang dipilih terdiri daripada murid-murid aliran sains tulen sahaja untuk memastikan keseragaman dalam pencapaian sains mereka. Jadual 1 menunjukkan ringkasan taburan jantung sampel kajian.

JADUAL 1. Taburan Jantina Sampel Kajian

Jantina	Bilangan	Peratusan (%)
Lelaki	31	46.3
Perempuan	36	53.7

### KAEDAH PENGUMPULAN DAN ANALISIS DATA

Data berkaitan kreativiti saintifik murid diperoleh melalui instrumen ujian bertulis, iaitu Ujian Kreativiti Saintifik yang diadaptasi daripada instrumen *Scientific Creativity Test* yang dibina dan disahkan oleh Hu dan Adey (2002). Kesemua 7 item yang terdapat dalam ujian ini telah dibangunkan berdasarkan Model Struktur Kreativiti Saintifik (*Scientific Creativity Structure Model* (SCSM)) dan Torrance *Tests of Creative Thinking* (1990), yang diperoleh daripada akaun teori mengenai sifat kreativiti saintifik. Hu dan Adey (2002) melaporkan darjah ketekalan instrumen ini ditentukan melalui *Cronbach's Alpha* yang memperoleh nilai 0.893. Menurut Hu dan Adey (2002), ukuran koefisien ini meyakinkan bahawa kesahan dan kebolehpercayaan instrumen ini sangat tinggi dan memuaskan. Selain itu, analisis item yang telah dilakukan menunjukkan bahawa diskriminasi item, konsistensi dalaman, *agreement between scores*,

kesahan konstruk dan kesahan muka instrumen ini didapati sangat memuaskan (Hu & Adey 2002). Tambahan lagi, ujian ini banyak digunakan dalam kajian mengkaji tahap kreativiti saintifik murid Sains (Ayas & Sak 2014; Karademir 2016). Terdapat tujuh item yang berupa soalan tugasan di dalam instrumen ini di mana setiap item memerlukan kemahiran sains yang berbeza-beza untuk menguji kreativiti saintifik murid. Ia memberi peluang kepada murid untuk membuat yang terbaik dalam kemahiran yang mereka kuasai. Tugasan dalam setiap item membolehkan murid menggunakan kreativiti, meneroka idea baharu dan menyelesaikan masalah. Murid diberi masa selama 60 minit untuk menjawab kesemua tujuh soalan tersebut.

Untuk menganalisis data, ujian statistik yang digunakan adalah ujian-t sampel berpasangan dan ujian ANCOVA satu hala. Hipotesis kajian diuji pada aras signifikan  $\alpha=0.05$ . Dalam kajian ini, variabel tidak bersandar ialah jantina murid manakala variabel bersandar ialah skor ujian pos Ujian Kreativiti Saintifik. Manakala, kovariat ialah skor ujian pra. Data yang dikumpul dianalisis dengan menggunakan perisian SPSS versi 24.

#### DAPATAN KAJIAN

Untuk membandingkan kesan pendekatan PISTEM Forensik ke atas min skor ujian kreativiti saintifik antara murid lelaki dan perempuan, ujian ANCOVA satu hala telah dijalankan. Analisis ini digunakan bagi mengenalpasti hubungan antara jantina (variabel tidak bersandar) dan skor ujian kreativiti saintifik (variabel bersandar) dengan mengawal faktor skor ujian pra (kovariat) yang juga mempengaruhi variabel bersandar itu. Dapatan analisis ANCOVA adalah seperti dalam Jadual 2.

Berdasarkan ringkasan keputusan yang dipaparkan dalam Jadual 2, ujian ANCOVA satu hala yang dijalankan menunjukkan wujud perbezaan yang signifikan antara kedua-dua kumpulan pada min skor ujian pos kreativiti saintifik ( $F(1,64) = 10.92, p < 0.05$ ) dengan kesan saiz yang besar (Separa Eta Kuasa Dua = 0.15). Justeru, hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak, mencadangkan bahawa pendekatan PISTEM Forensik memberi kesan terhadap ujian pos kreativiti saintifik murid lelaki dan murid perempuan dalam kajian ini.

Anggaran purata marginal min skor pos kreativiti saintifik dikira untuk mengawal kesan kovarian; keputusan adalah seperti dalam Jadual 3. Didapati bahawa purata min skor ujian pos kreativiti saintifik untuk murid lelaki yang mengikuti pendekatan PISTEM Forensik ialah 79.13, manakala untuk murid perempuan ialah 68.13. Dapatan ini menunjukkan bahawa purata min skor ujian pos kreativiti saintifik untuk murid lelaki yang mengikuti pendekatan

PISTEM Forensik adalah lebih tinggi daripada murid perempuan.

Sungguhpun dapatan dapat memberikan maklumat bahawa wujudnya perbezaan yang signifikan min skor ujian pos kreativiti saintifik antara kedua-dua kumpulan melalui ujian ANCOVA satu hala, ini tidak mencukupi untuk menunjukkan bahawa berlakunya perubahan yang signifikan daripada ujian pra kepada ujian pos. Justeru, analisis lain diperlukan yakni ujian-t sampel berpasangan kerana ia dapat menguji sama ada wujud perbezaan yang signifikan atau tidak pada min skor antara ujian pra dengan ujian pos kreativiti saintifik murid lelaki dan murid perempuan. Ujian susulan ini dapat triangulasikan dengan dapatan ANCOVA Satu Hala sebelum ini.

Ujian-t sampel berpasangan dijalankan untuk melihat perbezaan min skor ujian pra dengan ujian pos kreativiti saintifik kedua-dua kumpulan murid lelaki serta perempuan yang mengikuti pendekatan PISTEM Forensik. Ini bermakna, ujian pra merujuk kepada min skor kreativiti saintifik sebelum menerima rawatan dan ujian pos merujuk kepada min skor kreativiti saintifik selepas menerima rawatan. Justeru, andaian dibuat sekiranya terdapat peningkatan min skor yang signifikan daripada ujian pra dan pos kreativiti saintifik, bermakna intervensi rawatan yang diberikan berkesan dalam meningkatkan tahap kreativiti saintifik.

Analisis ujian-t dalam Jadual 5 menunjukkan bahawa terdapat perbezaan min skor yang signifikan dalam tahap kreativiti saintifik murid lelaki yang mengikuti pendekatan PISTEM Forensik daripada ujian pra ( $M=53.43, SP=14.20$ ) ke ujian pos ( $M=72.32, SP=16.22$ ), ( $t(30)=-5.86, p<0.05$ ). Maka, dapat disimpulkan bahawa terdapat peningkatan tahap kreativiti saintifik sebagaimana yang diukur pada min skor ujian pra dan ujian pos ujian kreativiti saintifik dalam kalangan murid lelaki.

Analisis ujian-t dalam Jadual 7 menunjukkan bahawa terdapat perbezaan min skor yang signifikan dalam tahap kreativiti saintifik murid perempuan yang mengikuti pendekatan PISTEM Forensik daripada ujian pra ( $M=55.30, SP=17.36$ ) ke ujian pos ( $M=73.29, SP=16.46$ ), ( $t(35)=-5.47, p<0.05$ ). Maka, dapat disimpulkan bahawa terdapat peningkatan tahap kreativiti saintifik sebagaimana yang diukur pada min skor ujian pra dan ujian pos ujian kreativiti saintifik dalam kalangan murid perempuan.

Rumusannya, dapatan menunjukkan bahawa kedua-dua kumpulan murid lelaki dan murid perempuan menunjukkan peningkatan yang signifikan min skor tahap kreativiti saintifik. Oleh itu, dapat ditafsirkan bahawa PISTEM Forensik memberikan kesan dalam meningkatkan kreativiti saintifik untuk kedua-dua murid lelaki dan perempuan.

JADUAL 2. Analisis ANCOVA Satu Hala untuk Ujian Pos Kreativiti Saintifik Murid Lelaki dan Murid Perempuan

Punca	Jumlah Kuasa Dua Jenis III	Darjah Kebebasan	Min Kuasa Dua	F	Sig	Separa Eta Kuasa Dua
<i>Model Diperbetul</i>	3326.40	2	1663.20	9.01	.00	.22
<i>Pintasan</i>	17854.31	1	17854.31	96.76	.00	.60
Pra Kreativiti Saintifik	1252.57	1	1252.57	6.79	.01	.10
Jantina	2015.36	1	2015.36	10.92	.00	.15
<i>Ralat</i>	11808.96	64	184.52			
<i>Jumlah</i>	374316.80	67				
<i>Jumlah Diperbetul</i>	15135.35	66				

a R Squared = .220 (Adjusted R Squared = .195)

JADUAL 3. Anggaran Purata Marginal Min Skor Ujian Pos Kreativiti Saintifik

Kumpulan	Purata	Selang Keyakinan 95%	
		Had Bawah	Had Atas
Lelaki	79.13	74.26	84.00
Perempuan	68.13	63.61	72.65

JADUAL 4. Perbezaan Min Skor Ujian Pra dan Pos bagi Murid Lelaki

	N	Min	Sisihan Piawai
Ujian Pra	31	53.43	14.20
Ujian Pos	31	72.32	16.22

JADUAL 5. Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Murid Lelaki

	Perbezaan Berpasangan			t	df	Sig.
	Perbezaan 95% Selang Keyakinan					
	Min	Bawah	Atas			
Ujian Pra dan Ujian Pos	-1.89	-25.47	-12.30	-5.86	30	.00

JADUAL 6. Perbezaan Min Skor Ujian Pra dan Pos bagi Murid Perempuan

	N	Min	Sisihan Piawai
Ujian Pra	36	55.30	17.36
Ujian Pos	36	73.29	16.46

JADUAL 7. Ujian-t Sampel Berpasangan bagi Murid Perempuan

	Perbezaan Berpasangan			t	df	Sig.
	Perbezaan 95% Selang Keyakinan					
	Min	Bawah	Atas			
Ujian Pra dan Ujian Pos	-1.80	-24.68	-11.31	-5.47	35	.00

#### PERBINCANGAN

Dapatan ini merupakan petunjuk kepada fakta bahawa Pembelajaran Integrasi STEM (PISTEM) berupaya meningkatkan tahap kreativiti saintifik murid. Hasil kajian ini disokong oleh penemuan kajian Min et al. (2016) yang menjalankan penyelidikan mengenai pengaplikasian PISTEM di dalam bilik darjah ke atas sekumpulan 20 orang murid pintar cerdas di Seoul, Korea Selatan. Murid menjalani proses PdP dengan dibimbing guru agar menggabungkan konsep-konsep STEM sepanjang proses menyelesaikan masalah. Ujian

kreativiti yang diberi menunjukkan kreativiti saintifik murid-murid terlibat semakin meningkat. Selain itu, hasil kajian ini juga disokong oleh penemuan An (2013) bahawa PISTEM mendatangkan impak yang positif kepada peningkatan kreativiti saintifik sebagai hasil daripada program STEM yang dijalankan. Tambahan pula, penglibatan aktif murid lelaki dan perempuan sepanjang proses pembelajaran melalui intervensi PISTEM Forensik yang dijalankan telah membantu dalam meningkatkan skor ujian kreativiti saintifik. Dalam intervensi ini, guru hanya bertindak sebagai fasilitator atau pemberi panduan.

Tahap kreativiti saintifik murid dalam intervensi kajian ini dipertingkatkan lagi oleh penggunaan Sains Forensik sebagai konteks PISTEM berlaku. Ini dibuktikan melalui keputusan ujian kreativiti saintifik yang menunjukkan peningkatan bagi kedua-dua kumpulan murid lelaki dan perempuan. Sains Forensik bermatlamat untuk mencari kenyataan di sebalik sesuatu kes jenayah yang telah berlaku. Kandungan kurikulumnya ialah aktiviti sains yang menggunakan pendekatan *hands-on* dalam meneroka isi pengetahuan ilmu kajian forensik sepanjang proses murid menyelesaikan masalah jenayah tersebut (Burgess 2015; Yanowitz 2016). Justeru, PISTEM Forensik memberi peluang kepada murid untuk mengambil bahagian dalam pembelajaran situasi dunia sebenar yang relevan dan realistik melalui main peranan (Apple 2000). Tambahan pula, Sains Forensik didapati sangat sesuai dijadikan konteks pembelajaran Integrasi STEM kerana reka bentuk aktiviti-aktiviti bilik darjah yang boleh dibuat daripada kaedah ini dapat menghubungkan kesemua komponen STEM. PISTEM Forensik memberi peluang kepada pelajar untuk melibatkan diri secara aktif dalam proses pembelajaran dan dapat menggalakkan pemikiran kreatif murid. Ini disokong oleh Bhairam-Raza (2012), Burgess (2015), Apple (2000), dan Lynch et al. (2016) yang menjelaskan bahawa penggunaan Sains Forensik sebagai konteks PISTEM dapat meningkatkan tahap kreativiti saintifik murid sekolah.

Perspektif konstruktivisme percaya bahawa pengetahuan sebenarnya dibina oleh individu melalui penglibatan aktif mereka dalam pembelajaran di mana pelajar akan menggunakan input deria dan membina makna daripadanya. Premis konstruktivisme juga percaya bahawa pengetahuan seseorang individu terbentuk melalui pengalaman menyelesaikan masalah dunia sebenar dan biasanya melibatkan kerjasama dengan individu lain (Leng 2013). Namun begitu, ramai pendidik telah mengabaikan aspek ini lantas menyebabkan pelajar menjadi pasif di dalam kelas. Pembelajaran pasif khasnya dalam subjek Sains berlaku apabila murid hanya melibatkan diri dalam aktiviti mendengar dan menyalin nota kuliah, menghafal, menjawab soalan yang dikemukakan oleh guru, perbincangan bahan buku teks dan amali berpandu (Balfakih 2003; Minter 2011). Adalah penting untuk difahami bahawa pelajar perlu terlibat secara aktif di dalam proses pembelajaran. Kemahiran dan kefahaman murid mengenai sesuatu maklumat dibina melalui proses penerokaan dan kajian mengenai sesuatu konsep. Proses tersebut turut memerlukan murid mengaplikasikan kemahiran berfikir kreatif dan kritis mereka serta membentuk kefahaman baharu mengenai sesuatu konsep dengan mengintegrasikan pengetahuan sedia ada dengan pengetahuan baharu (Alias & Yamin 2010). PISTEM

Forensik merupakan satu pendekatan pengajaran bersifat sedemikian yang memberi ruang kepada penyertaan aktif pelajar (Yanowitz 2016).

Salah satu prinsip utama Teori Konstruktivisme adalah menekankan bahawa murid sains perlu mempunyai kemahiran menyelesaikan masalah melalui inkuiri dan penemuan berbanding hanya menerima pengetahuan bulat-bulat. Antara kaedah pengajaran konstruktivisme yang digalakkan termasuklah strategi penglibatan aktif seperti pembelajaran berasaskan inkuiri yang bertumpu kepada aktiviti *hands-on* (Harlow et al. 2018). Pembelajaran Sains di dalam intervensi PISTEM Forensik melibatkan murid dengan proses inkuiri saintifik melalui aktiviti *hands-on* secara langsung iaitu murid menggunakan kaedah saintifik untuk mengumpulkan, menganalisis, dan mentafsirkan data untuk menyelesaikan misteri forensik yang diberi. Aktiviti kajian adalah bersifat interaktif dan berpusatkan pelajar. Kedua-dua murid lelaki dan murid perempuan yang mengambil bahagian dalam kajian ini telah didedahkan kepada banyak aktiviti *hands-on* yang dipercayai telah membantu meningkatkan kreativiti saintifik mereka.

Literatur menunjukkan bahawa Teori Konstruktivisme mempunyai potensi yang berikut: murid terlibat secara aktif dalam pelajaran, bukannya menyerap maklumat secara pasif; suasana persekitaran pembelajaran adalah demokratik dengan guru berperanan sebagai fasilitator memberi panduan bukannya tokoh autoriti atau pusat takungan pengetahuan; aktiviti bilik darjah yang konstruktif adalah berpusatkan murid dan bukannya berpusatkan guru atau berpusatkan pengajaran; pelajar bertanggungjawab terhadap pembelajaran mereka sendiri dan mempunyai autonomi antara satu sama lain (Harlow et al. 2013). Oleh itu, dapat dilihat bahawa prinsip Konstruktivisme telah membuat sumbangan yang sangat penting dalam kajian ini.

Sebaliknya pula, Hu dan Adey (2002) menegaskan bahawa kaedah pengajaran seperti PISTEM Forensik tidak semestinya dapat meningkatkan kreativiti saintifik murid sekolah. Menurut beliau, kreativiti saintifik murid sekolah menengah dalam sistem persekolahan tertentu sebenarnya dipengaruhi oleh persekitaran yang kreatif. Ini mencadangkan bahawa walaupun kaedah pengajaran yang digunakan sesuai dalam mempromosikan kreativiti saintifik namun persekitaran sekolah tetap mempengaruhi perkembangan kemahiran perancangan untuk penyiasatan saintifik. Itulah sebabnya Chumo (2014) mencadangkan agar setiap sekolah mewujudkan persekitaran yang kreatif di samping penggunaan pendekatan PISTEM Forensik dalam pengajaran dan pembelajaran di sekolah.



## KESIMPULAN

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesan penggunaan modul PISTEM berkontekskan Sains Forensik ke atas kreativiti saintifik dalam kalangan murid Tingkatan Empat. Kajian ini juga turut menyelidik sama ada penggunaan modul tersebut memberi kesan yang berbeza terhadap kreativiti saintifik murid yang mempunyai jantina berbeza. Berdasarkan dapatan kajian, dapatlah disimpulkan bahawa intervensi yang menggunakan pendekatan PISTEM Forensik kajian ini berupaya meningkatkan tahap kreativiti saintifik bagi murid lelaki dan juga murid perempuan. Walau bagaimanapun, tahap kreativiti saintifik murid lelaki meningkat dengan lebih baik berbanding murid perempuan. Ini bermakna murid lelaki lebih mendapat manfaat daripada intervensi modul yang diberikan. Implikasinya, aktiviti pembelajaran PISTEM Forensik mampu menjana suasana pembelajaran yang merangsang kreativiti saintifik murid. Dapatan kajian mengesyorkan agar PISTEM Forensik digunakan sebagai kaedah mengajar yang sesuai dimasukkan sebagai salah satu komponen aktiviti kokurikulum di peringkat sekolah negara ini. Ini termasuklah tindakan menubuhkan Kelab Sains Forensik di sekolah yang menawarkan peluang kepada murid menyertai aktiviti menarik berunsur sains dan undang-undang sebagai pendedahan awal untuk mereka mempersiapkan diri dalam bidang forensik sebelum memasuki peringkat pengajian tinggi. Kajian ini juga mencadangkan beberapa kajian lanjutan sebagai pengembangan daripada kajian ini. Antaranya, dicadangkan perlu adanya kajian yang lebih menyeluruh ke semua sekolah menengah baik di luar bandar mahupun di dalam bandar untuk mengetahui keberkesanan pendekatan PISTEM Forensik ke atas variabel-variabel lain selain kreativiti saintifik, seperti sikap dan pengetahuan isi kandungan. Langkah sebegini akan membolehkan pengkaji-pengkaji membuat satu generalisasi yang lebih tepat berdasarkan hasil kajian yang menyeluruh.

## RUJUKAN

- Abdulkadir Bahar, & Adiguzel, T. 2016. Analysis of Factors Influencing Interest in STEM Career: Comparison between American and Turkish High School Students with High Ability. *Journal of STEM Education*, 17(3), 64–70.
- Ahmed Hassan, M. 2006. *Investigating the Scientific Creativity of Fifth-Grade Students*. Thesis. University of Arizona.
- Alias Masek, & Yamin, S. 2010. Fostering Creativity from Constructivist Perspectives A Literature Review. In *RCEE & RHEd* (pp. 1–10).
- An, D. 2013. *A Meta-Analysis of the Effectiveness of STEM-Programs in the United States*. PHD's Thesis, Cleveland State University.
- Apple, K. K. 2000. *Inquiry-based Science for High School Students: A Forensic Unit*. University of North Texas.
- Ayas, M. B., & Sak, U. 2014. Objective measure of scientific creativity: Psychometric validity of the Creative Scientific Ability Test. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 195–205. <http://doi.org/10.1016/j.tsc.2014.06.001>
- Balfakih, N. M. A. 2003. The Effectiveness of Student Team-Achievement Division (STAD) for Teaching High School Chemistry in the United Arab Emirates. *International Journal of Science Education*, 25(5), 605–624. <http://doi.org/10.1080/09500690110078879>
- Bhairam-Raza, G. 2012. *Using Forensic Science as a Context to Enhance Scientific Literacy*. Columbia University, Baltimore, MD.
- Burgess, C. J. 2015a. *Forensic Science Curriculum for High School Students*. University of Central Oklahoma.
- Burgess, C. J. 2015b. *Forensic Science Curriculum for High School Students*.
- Campbell, M. A. 2006. The Effects of the 5E Learning Cycle Model on Students' Understanding of Force and Motion Concepts. *Electronic Theses and Dissertations*, 1–146. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Cavallo, A. M. L., Rozman, M., & Potter, W. H. 2004. Gender Differences in Learning Constructs, Shifts in Learning Constructs, and Their Relationship to Course Achievement in a Structured Inquiry, Yearlong College Physics Course for Life Science Majors. *School Science and Mathematics*, 104(6), 288. <http://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2004.tb18000.x>
- Chiu, A., Price, C. A., & Ovrhim, E. 2015. Supporting Elementary and Middle School STEM Education at the Whole-School Level: A Review of the Literature. In *NARST 2015 Annual Conference*. Chicago, IL.
- Chumo, C. C. 2014. Effects of Practical Investigation on Scientific Creativity amongst Secondary Schools Biology Students in Kericho District, Kenya. *Journal of Education and Practice*, 5(8), 43–51.
- Falkenberg, K., McClure, P., & McComb, E. M. 2006. *Science in Afterschool Literature Review*. SERVE Center for Continuous Improvement at UNCG.
- Fenelon, O., & Breslin, C. 2012. Crime Scene Investigation In A Lab: A Problem Solving Approach To Undergraduate Chemistry Practicals. *Journal of Teaching and Learning in Higher Education (AISHE-J)*, 1(1), 1–11. Retrieved from <http://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/00071>
- Fradella, H. F., Owen, S. S., & Burke, T. W. 2007. Building Bridges Between Criminal Justice and the Forensic Sciences to Create Forensic Studies Programs 1. *Journal of Criminal Justice Education*, 18(2), 261–282. <http://doi.org/10.1080/10511250701383376>
- Glaveanu, V., Lubart, T., Bonnardel, N., Botella, M., Biais, P. De, Desainte-catherine, M., ... Mason, G. 2013. Creativity as action: findings from five creative domains, 4(April), 1–14. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00176>
- Harris County Department of Education. 2014. *Forensics Science Module*.
- Harlow, D. B., Hansen, A. K., McBeath, J. K., & Leak, A. E. 2018. Teacher Education for Maker Education: Helping Teachers Develop Appropriate PCK for Engaging Children in Educative Making. In *Pedagogical*

- Content Knowledge in STEM (pp. 265-280). Springer, Cham.
- Heilman, M. E., & Okimoto, T. G. 2007. Why are women penalized for success at male tasks? The implied communality deficit. *Journal of Applied Psychology*, 92(1), 81–92.
- Horn, A. 2016. *Gifted and Talented Education: Forensics in Field Biology*. Hofstra University.
- Hu, W., & Adey, P. 2002. A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Karademir, E. 2016. Investigation the Scientific Creativity of Gifted Students Through Project-Based Activities. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(2), 416. <http://doi.org/10.21890/ijres.05662>
- Kousoulas, F., & Mega, G. 2009. Students' divergent thinking and teachers' ratings of creativity: Does gender play a role?. *The Journal of Creative Behavior*, 43(3), 209-222.
- Leng, J. 2013. Exploring the Relationship between Critical Thinking and Computer-supported Collaborative Inquiry by. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10722/188274>
- Lilia Ellany, M., Lilia, H., & Zanaton, H. I. 2015. Konstruk Kreativiti Saintifik Bagi Kajian Dalam Pendidikan Fizik Sekolah Menengah: Satu Sorotan Literatur. In *Sixth International Conference on Science and Mathematics Education CoSMEd 2015*.
- Lynch, L. E., Mason, K. V, & Rodriguez, N. 2016. Forensic Science Research and Evaluation Workshop: A Discussion on the Fundamentals of Research Design and an Evaluation of Available Literature.
- Mariani, A., & Zaleha, I. 2013. Pengaruh Kompetensi Guru Matematik Ke Atas Amalan Pengajaran Kreatif. In *2nd International Seminar on Quality and Affordable Education (ISQAE 2013)* (Vol. 2020, pp. 2006–2010). Universiti Teknologi Malaysia.
- Mayasari, T. Kadarohman, A., Rusdiana, D. & Kaniawati, I. 2017. Exploration Of Student ' s Creativity by Integrating STEM Knowledge Into Creative Products. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 080005). American Institute of Physics Articles. <http://doi.org/10.1063/1.4941191>
- Min, K. K., Soon, R., & Mi, K. C. 2016. Creativity of gifted students in an integrated math-science instruction. *Thinking Skills and Creativity*, 19, 38–48. <http://doi.org/10.1016/j.tsc.2015.07.004>
- Minter, M. . 2011. Learner-Centered (LCI) Vs Teacher-Centered (TCI) Instruction : A Classroom Management Perspective. *American Journal of Business Education*, 4(5), 55–63.
- Mohamed, A. 2006. *Investigating the scientific creativity of fifth-grade students*. The University of Arizona.
- Mukhopadhyay, R., & Sen, M. K. 2013. Scientific creativity-A new emerging field of research: Some considerations. *International Journal of Education and Psychological Research*, 2(1), 1-9.
- Ng, C. H., & Adnan, M. 2018. Integrating STEM education through Project-Based Inquiry Learning (PIL) in topic space among year one pupils. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 296, 012020. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/296/1/012020>
- Park, J. 2011. Scientific Creativity in Science Education. *Journal of Baltic Science Education*, 10(3), 144–146.
- Piaw, C. Y. 2014. Effects of gender and thinking style on students ' creative thinking ability. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 5135–5139. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1087>
- Pyrek, K. 2010. *Forensic science under siege: The challenges of forensic laboratories and the medico-legal investigation system*. Elsevier.
- Rathakrishnan, B. & Lian, I. 2014. Fakulti Psikologi dan Pendidikan, Universiti Malaysia Sabah. In *Seminar Kebangsaan Integriti Keluarga 2014* (pp. 1–6).
- Saçlı, F., & Demirhan, G. 2011. Beden Eğitimi Öğretmenliği, Antrenörlük Ve Rekreasyon Programlarındaki Öğrencilerin Eleştirel Düşünme Becerilerinin Karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(41), 372-385.
- Sadler, T. D. 2011. *Socio-scientific issues in the classroom: Teaching, learning and research* (Vol. 39). Springer Science & Business Media.
- Sanders, M. 2009. STEM, STEM education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26
- Saracho, O. 2012. Creativity Theories and Related Teachers' Beliefs. *Early Child Development and Care*, 182(1), 35–44. <http://doi.org/10.1080/03004430.2010.535899>
- Siew, N. M., Chong, C. L., & Chin, K. O. 2014. Developing a Scientific Creativity Test for Fifth Graders. *Problems of Education in the 21st Century*, 62.
- Sublette, H. 2013. *An Effective Model of Developing Teacher Leaders in STEM Education*. Pepperdine University.
- Thomas, B., & Watters, J. J. 2015. Perspectives on Australian, Indian and Malaysian approaches to STEM education. *International Journal of Educational Development*, 45, 42–53. <http://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2015.08.002>
- Torrance, E. R. 1990. The Torrance tests of creative thinking. *Norms-technical manual*.
- Yang, K., Lin, S., Hong, Z., Lin, H., Yang, K., Lin, S., & Lin, H. 2016. Exploring the Assessment of and Relationship Between Elementary Students ' Scientific Creativity and Science Inquiry Exploring the Assessment of and Relationship Between Elementary Students ' Scientific Creativity and Science Inquiry, 0419(October). <http://doi.org/10.1080/10400419.2016.1125270>
- Yanowitz, K. L. 2016. Students' Perceptions of the Long-Term Impact of Attending a "CSI Science Camp." *Journal of Science Education and Technology*, (1990), 1–13. <http://doi.org/10.1007/s10956-016-9635-3>

Noor Fadzilah Aris  
Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan  
Universiti Sains Malaysia  
Emel: noorfadzilaharis@gmail.com

Mohd Ali Samsudin  
Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan  
Universiti Sains Malaysia  
Emel: alisamsudin@usm.my

Nor Asniza Ishak  
Pusat Pengajian Ilmu Pendidikan  
Universiti Sains Malaysia  
Emel: asnizaishak@usm.my

\*Pengarang untuk surat-menyurat, emel: asnizaishak@usm.my

Diserahkan: 15 Mei 2019  
Dinilai: 21 Ogos 2019  
Diterima: 3 September 2021  
Diterbitkan: 26 Oktober 2021