

## PERBANDINGAN PROSES PENYIASATAN PELAJAR MALAYSIA DAN UNITED KINGDOM: KAJIAN MERENTAS USIA

*Johari Surif, Mohammad Yusof Arshad dan Nor Hasniza Ibrahim  
Jabatan Pendidikan Sains dan Matematik  
Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia*

### Abstrak

*Proses penyiasatan merupakan salah satu elemen utama dalam pemikiran saintifik yang menjadi matlamat utama proses pengajaran dan pembelajaran sains. Artikel ini bertujuan melaporkan dapatan kajian perbandingan proses penyiasatan antara pelajar Malaysia dan United Kingdom di peringkat sekolah menengah rendah. Kajian dilaksanakan secara kualitatif dengan menggunakan rekabentuk deskriptif dan menggunakan pendekatan kajian rentas. Persampelan dipilih secara rawak kelompok berdasarkan tahap perkembangan kognitif melibatkan seramai 1 289 orang pelajar di peringkat sekolah rendah (usia 9 hingga 12 tahun) dan peringkat menengah rendah (usia 11 hingga 15 tahun). Set Ujian Sains yang terdiri daripada soalan subjektif telah digunakan sebagai instrumen dalam kajian ini. Jawapan pelajar dianalisis dengan menggunakan teknik analisis kandungan. Dapatan kajian menunjukkan pelajar Malaysia dan United Kingdom menunjukkan pola peningkatan mengikut tahap perkembangan kognitif. Walau bagaimanapun, pelajar United Kingdom menunjukkan penguasaan yang lebih baik daripada pelajar Malaysia khususnya dalam merancang penyiasatan, mendapatkan bukti, menganalisis dan membuat kesimpulan serta menilai bukti. Kelemahan pelajar Malaysia didapati amat ketara dalam proses merancang penyiasatan jika dibandingkan dengan pelajar United Kingdom. Dapatan ini sekaligus mengungkap pelbagai usaha yang boleh dilaksanakan bagi mempertingkatkan penguasaan proses penyiasatan pelajar sekaligus mempertingkatkan kemajuan pendidikan sains di Malaysia.*

*Kata kunci: proses penyiasatan, kemahiran proses sains, pemikiran saintifik, kajian perbandingan, Malaysia, England*

### 1.0 Pengenalan

Sekiranya semua kandungan kurikulum sains ini dirumuskan dalam satu perkataan, saya akan merumuskannya sebagai 'penyiasatan'  
(Einstein)

Ungkapan di atas yang dikemukakan oleh seorang saintis tersohor membuktikan peri pentingnya proses penyiasatan dalam pendidikan sains. Proses penyiasatan merupakan matlamat utama yang perlu dicapai dan dikuasai di kalangan pelajar dalam proses pengajaran dan pembelajaran sains. Proses penyiasatan juga menjadi matlamat hampir semua kurikulum sains di seluruh dunia (UNESCO, 2005). Hal ini dibuktikan secara eksplisit dalam kurikulum sains yang menjelaskan keperluan para pelajar untuk menguasai proses penyiasatan bagi membantu mereka menguasai pemikiran saintifik,

menguasai dan memahami fenomena yang berlaku di sekeliling mereka serta menyelesaikan permasalahan yang wujud secara saintifik.

Proses penyiasatan didefinisikan sebagai proses mengenalpasti dan menyelesaikan masalah dengan kaedah yang boleh diuji kebenarannya (APU, 1991). Proses menyelesaikan masalah ini memberikan autonomi kepada pelajar pada tahap tertentu bagi mencari jalan penyelesaian dengan mengaplikasikan proses kognitif, kemahiran dan konsep-konsep yang dimiliki (Trowbridge *et al*, 2004; Got dan Dugan, 1996). Ia melibatkan proses merancang penyiasatan, mendapatkan bukti, menganalisis dan membuat kesimpulan serta menilai bukti (*National Curriculum*, 2002). Dalam proses penyiasatan pelajar perlu menggunakan proses pemikiran mereka secara kreatif dan kritis bagi menyelesaikan permasalahan yang diberikan dengan menggunakan kaedah yang saintifik. Ianya melibatkan kemahiran saintifik seperti kemahiran proses sains, kemahiran manipulatif dan penguasaan terhadap konsep sains yang berkaitan dengan permasalahan yang cuba diselesaikan. Zurida *et al.*, (2006) menjelaskan bahawa proses penyiasatan membawa kepada pembangunan pemikiran dan sikap saintifik pelajar. Ia berupaya untuk:

- (1) meningkatkan dan mempertahankan minat, sikap, kepuasan dan keterbukaan dalam pemikiran dan sikap ingin tahu dalam sains
- (2) membangunkan pemikiran kreatif dan kemampuan menyelesaikan masalah
- (3) menggalakkan aspek pemikiran saintifik dan kaedah saintifik
- (4) membangunkan kefahaman pengkonsepan dan kemampuan intelek
- (5) membangunkan kemampuan eksperimen (sebagai contoh: merekabentuk penyiasatan, pemerhatian, merekodkan data, menganalisis dan menginterpretasikan keputusan).

Kesemua elemen di atas menjelaskan betapa pentingnya proses penyiasatan dalam proses pembangunan pelajar yang berupaya berfikir secara saintifik dan seterusnya mendorong mereka menyelesaikan permasalahan dan membuat keputusan secara sistematik dan berkesan. Menyedari peri pentingnya proses penyiasatan ini ianya telah mendapat tempat yang amat signifikan dalam pembangunan kurikulum dan proses pengajaran dan pembelajaran sains di seluruh dunia sama ada negara membangun ataupun negara maju. Artikel ini akan membincangkan penekanan terhadap proses penyiasatan yang berlaku di negara membangun dan negara maju dengan mengambil contoh negara Malaysia dan United Kingdom.

## **2.0 Proses Penyiasatan Dalam Pengajaran dan Pembelajaran Sains Di Malaysia dan United Kingdom**

Proses penyiasatan dinyatakan dengan jelas di dalam kurikulum kedua-dua buah negara. Malaysia menerangkan secara eksplisit dalam sukatan pelajaran sains Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah yang menyatakan bahawa:

Sains merupakan satu proses yang mengutamakan kaedah inkuiri dan penyelesaian masalah. Justeru, ia memperkembangkan kemahiran untuk menyiasat alam sekitar yang melibatkan kemahiran berfikir dan strategi berfikir serta kemahiran saintifik. Ilmu pengetahuan diperoleh sebagai hasil penyiasatan. Inkuiri secara saintifik juga memerlukan dan membolehkan murid memperkembangkan sikap saintifik dan nilai murni.

(Pusat Perkembangan Kurikulum, 2000)

Hal yang sama turut ditekankan dalam kurikulum sains di United Kingdom khususnya dalam pernyataan mengenai proses penyiasatan dalam *Attainment Target* dalam *National Curriculum* mereka iaitu:

*Pupils should develop the intellectual and practical skills which will allow them to explore and investigate the world of science and develop a fuller understanding of scientific phenomena, the nature of the theories explaining these, and the procedures of scientific investigation. This should take place through activities that require a progressively more systematic and quantified approach which develops and draws upon an increasing knowledge and understanding of science. The activities should encourage the ability to plan and carry out investigations in which pupils: (1) ask questions, predict and hypothesize; (2) observe, measure and manipulate variables; (3) interpret their results and evaluate scientific evidence.*

(*National Curriculum*, United Kingdom, 1993)

Di samping itu, kedua negara juga mempromosi dan menggalakkan secara bersungguh-sungguh aktiviti pengajaran dan pembelajaran sains yang menyokong proses penyiasatan di kalangan pelajar. Strategi pengajaran seperti konstruktivisme, inkuiri penemuan, kontekstual, hands on dan minds on, kajian tindakan dan pembelajaran berasaskan masalah merupakan antara strategi yang digalakkan perlaksanaannya dalam proses pengajaran dan pembelajaran di bilik darjah (Pusat Perkembangan Kurikulum, 2000; *Nuffield Science for Key Stage 3*, 2003). Pelbagai sokongan seperti kursus pendidikan guru, kursus-kursus jangka pendek, latihan dalaman, bahan bantu mengajar dan prasarana seperti makmal dan pusat sumber turut diberikan kepada guru sains bagi membantu melaksanakan pengajaran sains yang menerap dan melatih proses sains di kalangan pelajar (Pusat Perkembangan Kurikulum, 2000; *Dasar Sains dan Teknologi*, 2002).

Keseluruhannya huraian di atas telah menjelaskan bahawa proses penyiasatan sentiasa mendapat tempat dalam proses pengajaran dan pembelajaran serta kurikulum sains di negara membangun dan negara maju ke arah membangunkan pelajar yang berupaya menguasai penguasaan saintifik. Sehubungan itu, tahap penguasaan pelajar terhadap proses penyiasatan perlu dikaji bagi mengenalpasti kemampuan pelajar seterusnya mengenalpasti kekuatan dan kelemahan pelajar agar proses penambahbaikan dapat dilaksanakan.

### **3.0 Metodologi Kajian**

Kajian secara perbandingan ini dilaksanakan antara pelajar Malaysia dan United Kingdom dengan menggunakan rekabentuk deskriptif secara kajian rentas (*cross sectional*). Kajian secara perbandingan dipilih bagi tujuan mengenalpasti kekuatan dan kelemahan proses penyiasatan pelajar Malaysia sebagai sebuah negara membangun jika dibandingkan dengan United Kingdom sebagai sebuah negara maju dan mempunyai standard pendidikan sains yang tinggi. Kurikulum sains antara kedua negara yang hampir sama serta faktor sejarah dan hubungan antara negara dalam bidang pendidikan menjadikan United Kingdom sebagai pilihan negara yang paling sesuai untuk dijadikan perbandingan. Persampelan dipilih di kalangan pelajar berusia di

antara 9 hingga 15 tahun (tahun 4 hingga tingkatan 3). Ia merupakan golongan pelajar yang berada di peringkat sekolah rendah di Malaysia atau *Key Stage 2* di England (usia 9 hingga 12 tahun) dan di peringkat sekolah menengah rendah atau berada dalam *Key Stage 3* (usia 12 hingga 15 tahun). Seramai 640 orang pelajar sekolah rendah telah dipilih sebagai responden yang melibatkan 329 orang pelajar Mlayasia dan 311 orang pelajar United Kingdom. Manakala seramai 649 orang pelajar sekolah menengah rendah telah dipilih sebagai responden yang melibatkan 352 orang pelajar Malaysia dan 297 orang pelajar United Kingdom.

Set ujian sains yang diubahsuai daripada *National Curriculum* telah digunakan sebagai instrumen dalam kajian ini. Ia meminta pelajar untuk menjawab soalan-soalan subjektif yang mengkaji tahap proses penyiasatan melibatkan kemampuan untuk merancang penyiasatan, mendapatkan bukti, menganalisis dan membuat kesimpulan dan menilai bukti. Beberapa contoh soalan dikemukakan dalam Lampiran 1. Soalan-soalan ini meminta pelajar menjawab soalan dengan memberikan alasan yang sesuai secara bertulis. Jawapan pelajar kemudiannya dianalisis menggunakan statistik deskriptif bagi mengkategorikan tahap pemikiran saintifik pelajar menggunakan piawaian yang dikeluarkan oleh *National Curriculum* sebagaimana berikut:

Aras	Julat <i>Key Stage 2</i> (dalam peratusan)	Julat <i>Key Stage 3</i> (dalam peratusan)
1	0-20	0-22
2	21-46	23-26
3	47-75	27-48
4	76-100	49-75
5	-	76-100

Selain itu, jawapan pelajar turut dianalisis bagi mengenalpasti perubahan tahap proses penyiasatan mereka merentas usia dan tahap penguasaan mereka terhadap komponen-komponen yang dikaji dalam kajian ini khususnya proses merancang penyiasatan, mendapatkan bukti, menganalisis dan membuat kesimpulan serta menilai bukti.

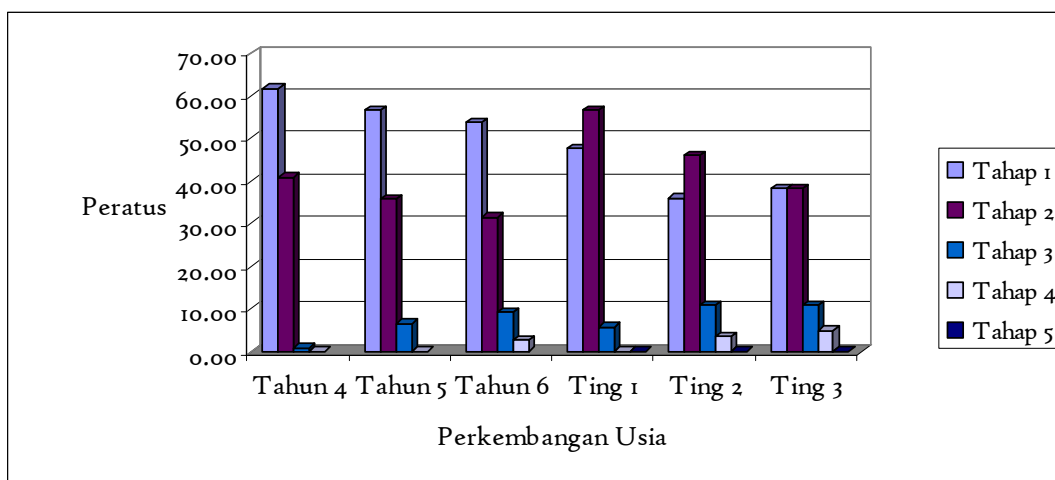
#### 4.0 Dapatan dan Perbincangan

Dapatan yang diperolehi daripada penyelidikan ini dikemukakan berdasarkan tahap penguasaan dan penelitian terhadap komponen-komponen proses penyiasatan khususnya proses merancang penyiasatan, mendapatkan bukti, menganalisis dan membuat kesimpulan serta menilai bukti.

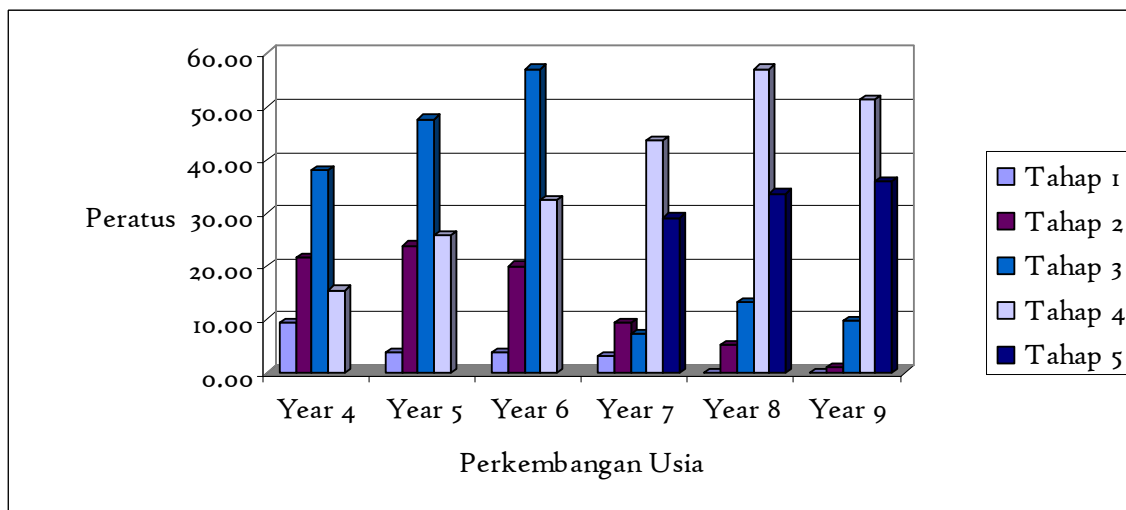
##### 4.1 Tahap penguasaan proses penyiasatan pelajar Malaysia dan United Kingdom meningkat mengikut perkembangan kognitif

Dapatan menunjukkan tahap penguasaan pelajar Malaysia dan United Kingdom menunjukkan peningkatan sejajar dengan perkembangan usia pelajar sebagaimana yang ditunjukkan dalam Rajah 1 dan Rajah 2. Rajah 1 menunjukkan perubahan tahap-tahap penguasaan proses penyiasatan pelajar Malaysia manakala Rajah 2 pula memperlihatkan perkara yang sama di kalangan pelajar United Kingdom. Pelajar di kedua-dua buah negara menunjukkan pola yang hampir sama iaitu berlakunya

penurunan peratusan pada tahap-tahap penguasaan proses penyiasatan yang rendah (Tahap 1 dan Tahap 2) dan berlakunya peningkatan peratusan pada tahap-tahap penguasaan yang lebih tinggi (Tahap 3, 4 dan 5) merentas usia dan perkembangan kognitif pelajar. Dapatan ini sejajar dengan pelbagai teori perkembangan kognitif yang menjelaskan perkembangan usia turut mempertingkatkan pengumpulan pengalaman hasil daripada proses pembelajaran yang dialami sama ada secara formal atau tidak formal (Vygotsky, 1962; von Glaserfeld, 1995; Vosniadou *et al*, 2005). Pendedahan yang diterima pelajar daripada proses pengajaran dan pembelajaran sains dalam bilik darjah melalui kurikulum sains kedua buah negara yang memberikan peluang kepada pelajar mempelajari dan mempraktikkan proses penyiasatan membantu pelajar menguasai proses ini. Selain aktiviti makmal, interaksi pelajar terhadap fenomena di sekeliling mereka seperti proses penyioalan sendiri, pembacaan, pendedahan terhadap media masa dan media cetak atau pengalaman yang dilalui memberikan pelajar peluang untuk memperkembangkan penguasaan mereka terhadap proses penyiasatan ini.



**Rajah 1** Tahap penguasaan proses penyiasatan pelajar Malaysia merentas usia



**Rajah 2** Tahap penguasaan proses penyiasatan pelajar United Kingdom merentas usia

#### 4.2 Tahap penguasaan proses penyiasatan pelajar United Kingdom lebih baik berbanding pelajar Malaysia

Walaupun kajian yang dijalankan mendapati pola penguasaan proses penyiasatan yang hampir sama di kalangan pelajar kedua buah negara, namun penguasaan pelajar Malaysia adalah lebih rendah jika dibandingkan dengan pelajar United Kingdom. Hal ini ditunjukkan dalam Jadual 1 yang menjelaskan tahap penguasaan proses penyiasatan pelajar ke dua buah negara mengikut peringkat persekolahan iaitu sekolah rendah dan sekolah menengah rendah. Berdasarkan *National Curriculum*, pelajar sekolah rendah (*Key Stage 2*) perlu sekurang-kurangnya mencapai tahap 3 manakala pelajar sekolah menengah rendah perlu sekurang-kurangnya mencapai tahap 4.

Jadual 1 di bawah menunjukkan bahawa hanya 6.51 peratus pelajar Malaysia mencapai tahap yang disasarkan pada peringkat sekolah rendah sedangkan 72.17 peratus pelajar United Kingdom melepasi tahap yang ditetapkan. Hal yang sama juga berlaku di peringkat sekolah menengah rendah (*Key Stage 3*) yang menunjukkan hanya 2.87 peratus pelajar Malaysia melebihi tahap yang ditetapkan manakala seramai 83.7 peratus pelajar United Kingdom berada pada tahap ditetapkan.

**Jadual 1** Tahap penguasaan proses penyiasatan pelajar Malaysia mengikut peringkat persekolahan (*Key Stage*)

Penguasaan Pelajar		Tahap					Melebihi Tahap Yang Ditetapkan
		1 N (%)	2 N (%)	3 N (%)	4 N (%)	5 N (%)	
Peringkat Sekolah Rendah ( <i>Key Stage 2</i> )	Malaysia (N=329)	189 (57.35)	119 (36.07)	18 (5.58)	3 (0.93)	-	21 (6.51)
	United Kingdom (N=311)	17 (5.59)	68 (21.83)	149 (47.66)	77 (24.51)	-	226 (72.17)
Peringkat Sekolah Menengah Rendah ( <i>Key Stage 3</i> )	Malaysia (N=352)	144 (40.64)	166 (46.95)	32 (9.13)	10 (2.87)	0 (0.00)	10 (2.87)
	United Kingdom (N=297)	3 (1.04)	15 (5.15)	30 (10.09)	151 (50.78)	98 (32.92)	249 (83.7)

*National Curriculum* menjelaskan bahawa pelajar perlu mencapai tahap 3 bagi *Key Stage 2* (peringkat sekolah rendah) dan tahap 4 bagi *Key Stage 3* (peringkat sekolah menengah rendah). Kajian yang dijalankan mendapati majoriti pelajar United Kingdom berupaya mencapai tahap yang ditetapkan iaitu 72.17 peratus bagi pelajar *Key Stage 2* dan 83.7 peratus bagi *Key Stage 3*. Ini menunjukkan majoriti pelajar mereka telah

menguasai kefahaman dan kemahiran pada tahap tersebut. Menurut *National Curriculum*, pelajar yang berjaya mencapai tahap 4 akan berupaya untuk menguasai kefahaman dan kemahiran sebagaimana berikut:

*Pupils decide on appropriate approach, including using a fair test to answer a question, and select suitable equipment and information from that provided. They select and use methods that are adequate for the task. Following instructions, they take action to control obvious risks to themselves. They make a series of observations and measurements and vary one factor while keeping others the same. They record their observations, comparisons and measurements using tables and bar charts and begin to plot points to form a simple graphs. They interpret data containing positive and negative numbers. They begin to relate their conclusions to patterns in data, including graphs, and to scientific knowledge and understanding. They communicate their conclusions using appropriate scientific language. They suggest improvements in their work, giving reasons.*

*(National Curriculum, 2003)*

Banyak kajian yang dijalankan turut menyokong hasil dapatan yang dilaksanakan dalam penyelidikan ini. Kajian TIMSS (2003) ke atas 38 buah negara di seluruh dunia mendapati pelajar Malaysia hanya berada di kedudukan 21 jika dibandingkan dengan pelajar United Kingdom yang berada pada kedudukan ke 8. Kajian ini yang mengkaji penguasaan sains di kalangan pelajar berusia 14 tahun di kebanyakan negara di dunia dengan memberi penekanan terhadap kefahaman pelajar terhadap konsep-konsep asas sains. Persentil pelajar yang berada pada kedudukan teratas juga hanya 6 peratus jika dibandingkan 20 peratus di United Kingdom. Kajian PISA (2003) yang dilaksanakan secara menyeluruh di seluruh dunia walaupun tidak disertai oleh Malaysia turut mendapati dapatan yang hampir sama apabila membandingkan pelajar di negara maju dan negara membangun. Pelajar di negara maju seperti Singapura, Amerika Syarikat dan United Kingdom memperolehi pencapaian yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan negara membangun seperti Thailand dan Filipina. Berbanding dengan TIMSS, kajian PISA adalah lebih bercorak penyelesaian masalah yang mengkaji penguasaan tahap literasi saintifik pelajar.

Kajian-kajian berskala mikro yang membandingkan antara dua buah negara juga turut menyokong dapatan kajian ini. Lynch dan Ndyetabura (1995) mendapati pelajar di negara maju mempunyai tahap penguasaan saintifik yang lebih baik jika dibandingkan pelajar di Asia dalam menguasai konsep saintifik seperti alam semesta. Dapatan Waldrip dan Wong (1996) juga mendapati dapatan yang hampir sama akibat pendedahan yang lebih baik terhadap konsep-konsep saintifik dalam interaksi mereka fenomena sekeliling melalui proses pengajaran dan pembelajaran yang menekankan inkuiri serta di sokong melalui pelbagai kemudahan teknologi dan media. Walaupun terdapat beberapa negara membangun seperti Korea dan Taiwan yang menunjukkan penguasaan saintifik yang baik namun dapatan kajian di negara membangun menunjukkan penguasaan yang lebih rendah berbanding negara maju sebagaimana dapatan kajian ini.

Sehubungan itu, jelaslah bahawa penguasaan tahap penyiasatan pelajar United Kingdom adalah lebih baik jika dibandingkan dengan pelajar Malaysia. Dapatan ini sekaligus mengundang persoalan apakah komponen dalam proses penyiasatan yang

mendatangkan kesukaran atau permasalahan kepada pelajar Malaysia? Bagi menjawab persoalan ini, dapatan kajian seterusnya dianalisis secara lebih terperinci yang melibatkan tahap penguasaan pelajar berdasarkan komponen-komponen dalam dalam proses penyiasatan itu sendiri.

### 4.3 Kesukaran menguasai proses merancang penyiasatan di kalangan pelajar Malaysia

Kajian mendapati tahap penguasaan proses penyiasatan pelajar Malaysia adalah lebih rendah jika dibandingkan pelajar United Kingdom dalam kesemua komponen proses penyiasatan iaitu merancang penyiasatan, mendapatkan bukti, menganalisis dan membuat kesimpulan serta menilai bukti (Jadual 2).

**Jadual 2** Tahap penguasaan komponen proses penyiasatan pelajar Malaysia dan United Kingdom

Peringkat sekolah	Negara	Merancang penyiasatan	Mendapatkan bukti	Menganalisis dan membuat kesimpulan	Menilai bukti
		N (%)	N (%)	N (%)	N (%)
Sekolah Rendah (Key Stage 2)	Malaysia (N=329)	16 (4.86)	40 (12.16)	29 (8.81)	44 (13.37)
	United Kingdom (N=311)	196 (63.02)	244 (78.46)	234 (75.24)	215 (69.13)
Sekolah Menengah Rendah (Key Stage 3)	Malaysia (N=352)	32 (9.09)	157 (44.60)	63 (17.90)	57 (16.19)
	United Kingdom (N=297)	226 (76.09)	264 (88.89)	242 (81.48)	231 (77.78)

Berdasarkan Jadual 2, proses merancang penyiasatan adalah yang paling rendah di kalangan pelajar Malaysia di sekolah rendah dan sekolah menengah rendah. Di peringkat sekolah rendah hanya 4.86 peratus pelajar Malaysia berjaya menguasai kemahiran merancang penyiasatan manakala 63.02 peratus di kalangan pelajar United Kingdom. Pola yang sama juga berlaku di kalangan pelajar sekolah menengah rendah iaitu hanya 9.09 peratus berbanding dengan 76.09 peratus di kalangan pelajar United Kingdom. Proses merancang penyiasatan melibatkan usaha mempertimbangkan sesuatu permasalahan dan mencari strategi untuk mengatasinya. Sehubungan itu, pelajar perlu berusaha mempertimbangkan pembolehubah, mengasingkan kesan pembolehubah, menentukan pemerhatian dan ukuran yang diperlukan, mengenalpasti julat yang perlu digunakan dan merancang prosedur yang perlu diikuti bagi memastikan sesuatu penyiasatan itu dapat dilakukan. Kesemua ini menuntut pelajar untuk meramal, menginferens, mengenalpasti pembolehubah, membuat hipotesis dan membina langkah-langkah eksperimen yang diperlukan. Malangnya pelajar Malaysia gagal untuk mengemukakan suatu perancangan yang diperlukan untuk melakukan sesuatu ujikaji bagi menyelesaikan sesuatu permasalahan yang dikemukakan. Hal ini ditunjukkan berdasarkan respon pelajar daripada soalan yang dikemukakan dalam Set Ujian Sains.



Berikut merupakan contoh soalan yang dikemukakan dan respon pelajar Malaysia dan England pada peringkat menengah rendah.

**'Mawar yang layu usahlah dikenang lagi'**

Sekumpulan saintis di Universiti Leeds telah menemui cara mengubahsuai genetik pokok bunga. Mereka mendakwa bahawa bunga daripada pokok yang telah diubahsuai akan kekal segar di dalam pasu enam minggu lebih lama jika dibandingkan dengan bunga daripada pokok yang tidak diubahsuai. Rancangkan satu penyiasatan yang boleh anda jalankan di makmal sekolah untuk menguji dakwaan bahawa bunga daripada pokok yang diubahsuai tahan lebih lama berbanding bunga daripada pokok yang tidak diubahsuai. Anda dibekalkan dengan bunga daripada pokok yang diubahsuai dan pokok yang tidak diubahsuai.

Dalam perancangan anda sila nyatakan:

- satu faktor yang boleh berubah semasa anda menjalankan penyiasatan (ini adalah pembolehubah bebas);
- faktor yang akan diukur (ini adalah pembolehubah bersandar);
- satu faktor yang perlu dikawal untuk memastikan penyiasatan tersebut boleh dipercayai;
- skala masa untuk menjalankan penyiasatan;
- prosedur menjalankan penyiasatan.

Soalan ini dikemukakan kepada pelajar peringkat sekolah menengah rendah (*Key Stage 3*) yang meminta pelajar untuk merancangkan suatu penyiasatan bagi mengenalpasti pokok bunga manakah yang tahan lebih lama dan menjawabnya secara bertulis. Beberapa panduan turut dikemukakan seperti meminta mengenalpasti pembolehubah, skala serta prosedur yang perlu dilaksanakan. Majoriti pelajar United Kingdom (63.02 peratus) berjaya menjawab persoalan ini dengan baik. Berikut merupakan contoh respon yang dikemukakan pelajar:

*What I will change! As I carry out the investigation I will change the type of flower that I use for modified/unmodified. The factor I will measure! The factor I will measure is the state of the flowers, fresh or not. Fair test! To make this a fair test I will use the same amount of water which is used. And for how long I leave them there for. Time scale I will leave the investigation for 7 weeks. Methods! I will get the modified/unmodified flowers and place them in 70 ml of water and leave them for 7 weeks. I will record them every week to see how the state of the flower. At the end I will conclude my findings.*

(Bethany Smith, 14 tahun)

*My independent variable would be modified plant and unmodified plant. I will measure how many flowers have wilted every 7 days. I would control how much water is in each vase. I would carry out the investigation over a 10 week period.*

*Procedure:*

1. *Put 20 roses in 2 vases, each filled with 60 cm<sup>3</sup> of water.*
2. *Leave each vase in the same room and check ever 7 days how many roses have wilted in the 2 vases.*
3. *each time they are checked, fill up the water so there is 60 cm<sup>3</sup> in the vases.*

(Katy Neighbour, 14 tahun)

Kedua contoh respon pelajar di atas menunjukkan pelajar berupaya memahami dan mengenalpasti pemboleh ubah yang ditetapkan atau yang bersandar serta faktor yang perlu untuk memastikan penyiasatan yang dijalankan adalah boleh dipercayai. Selain itu pelajar juga berupaya menentukan masa yang bersesuaian bagi membandingkan kedua jenis bunga yang dikaji iaitu skala masa yang diperlukan. Pelajar juga berupaya memberikan prosedur yang mudah untuk menjalankan proses penyiasatan ini. Sebaliknya majoriti pelajar Malaysia iaitu 95.14 peratus di peringkat sekolah rendah (*Key Stage 2*) dan 90.91 peratus di peringkat menengah rendah gagal memberikan jawapan atau mengemukakan proses merancang penyiasatan yang tidak sesuai. Kebanyakan pelajar meninggalkan ruang kosong tanpa memberikan jawapan. Sebahagian pelajar pula mengemukakan jawapan yang menjelaskan kegagalan mereka untuk melaksanakan proses merancang penyiasatan sebagaimana yang ditunjukkan dalam contoh berikut:

*Tiada jawapan.*

(Woo Yong How, 15 tahun)

*Saya tak tahu!*

(Mohd Adee, 14 tahun)

*Satu faktor yang boleh berubah ialah kesegaran bunga mawar. Faktor yang akan diukur ialah masa. Faktor yang boleh dikawal ialah menukar air jika sudah kotor. Skala masa ialah satu minggu. Prosedur menjalankan ujikaji ialah bunga mawar.*

(Nurul Suhaida, 14 tahun)

Tiga contoh respon yang ditunjukkan di atas merupakan antara jawapan yang dikemukakan pelajar bagi menjawab permasalahan yang dikemukakan. Selain meninggalkan kosong pada ruangan yang disediakan sesetengah pelajar memberikan jawapan dengan jujur bahawa mereka tidak tahu, entah atau saya tak boleh nak jawab. Sebahagian pelajar pula mengemukakan jawapan yang menjelaskan mereka tidak memahami pemboleh ubah yang diperlukan. Merujuk kepada respon Nurul Suhaida di atas sebagai contoh menunjukkan pelajar tersebut turut mengemukakan proses menukar air apabila sudah kotor sebagaimana yang dilaksanakan dalam aktiviti hariannya. Selain gagal memberikan skala dengan tepat, pelajar juga memberikan prosedur yang tidak berkaitan sama sekali dengan proses penyiasatan yang perlu dilakukan.

Pelbagai kajian berkaitan proses penyiasatan yang dijalankan di kalangan pelajar Malaysia juga mendapat dapatan yang hampir sama. Kementerian Pelajaran Malaysia (2002) mendapati pelajar gagal untuk menguasai proses penyiasatan akibat kegagalan dalam menguasai kemahiran proses sains bersepadu khususnya berkaitan pembinaan hipotesis dan mengenalpasti pembolehubah. Kajian yang dilaksanakan oleh Rohana (2003) pula mendapati kebanyakan pelajar gagal membezakan antara meramal, menginferens dan membina hipotesis. Malangnya kemahiran yang menjadi kelemahan pelajar ini amat berkait rapat dengan proses merancang penyiasatan. Kajian Rohana (2003) turut mendapati pelajar amat bergantung kepada guru dan sokongan prosedur yang telah ditetapkan dalam aktiviti eksperimen menyebabkan pelajar gagal untuk mengemukakan pelan penyiasatan sendiri. Menurut Noorasyikin (2002) proses pengajaran yang bercorak resepi dalam aktiviti makmal di sekolah telah menyebabkan pelajar gagal untuk merancang proses penyiasatan sekaligus melemahkan kemampuan pemikiran saintifik pelajar. Mengikut kaedah resipi ini pelajar diminta melaksanakan aktiviti makmal menurut prosedur yang telah ditetapkan tanpa memberi ruang kepada pelajar untuk merancang dan mengemukakan pemikisan saintifik mereka sendiri. Akibatnya proses penyiasatan pelajar terbantut dan aktiviti eksperimen menjadi suatu yang rutin, menekankan kemahiran manipulatif semata-mata serta membosankan pelajar. Hal ini turut disokong hasil pemantauan yang dilakukan oleh Jemaah Nazir Sekolah (2001) yang mendapati kebanyakan guru sains kurang menekankan aktiviti penyiasatan dan lebih memfokuskan terhadap usaha menghabiskan silibus menyebabkan aktiviti inkuiri sering diabaikan.

## **5.0 Implikasi Kajian Terhadap Strategi Pengajaran dan Pembelajaran Sains Di Malaysia**

Menyedari wujudnya kelemahan proses penyiasatan yang amat ketara di kalangan pelajar Malaysia, penekanan terhadap proses penyiasatan perlu dititikberatkan khususnya dalam proses pengajaran dan pembelajaran sains. Proses inkuiri terbuka perlu ditekankan dalam pengajaran sains terutamanya di kalangan pelajar sekolah menengah. Ia merupakan proses inkuiri yang menitikberatkan penglibatan aktif pelajar dalam proses penyiasatan serta mengoptimalkan pengajaran guru. Ia berlawanan dengan inkuiri terpimpin yang banyak melibatkan bimbingan dan bantuan guru sebagaimana yang sering diamalkan guru. Melalui proses inkuiri terbuka pelajar bebas untuk merancang, melaksana dan mengawal proses inkuiri mereka bagi menyelesaikan sesuatu permasalahan. Lazimnya proses ini juga dikenali sebagai pembelajaran berasaskan masalah. Pelajar akan diberikan suatu permasalahan yang bersifat terbuka. Sebagai contoh: mengkaji pelbagai jenama sabun dalam pasaran yang paling berkesan menghilangkan kekotoran. Pelajar akan membina hipotesis untuk diuji dengan mengaitkan pembolehubah-pembolehubah bebas (jenama) dan bersandar (kadar melarutkan minyak). Pelajar juga perlu membina perancangan untuk menguji hipotesis melibatkan prosedur-prosedur yang perlu diikuti bagi mencapai matlamat mereka. Sebagai contoh, radas dan bahan yang diperlukan, pelbagai jenama sabun, minyak, air, bikar dan sebagainya. Seterusnya pelajar tersebut akan melaksanakan eksperimen mengikut langkah-langkah yang telah dirancang, mencatatkan keputusan serta mengawal kebolehpercayaan ujikaji tersebut dan akhirnya melaporkan dapatan yang diperolehi mengikut format yang bersistematik dan mudah difahami melibatkan graf, jadual dan sebagainya. Melalui inkuiri terbuka sebegini pelajar akan berusaha untuk

melaksanakan proses inkuiri yang melibatkan usaha dirinya sendiri, merancang dan menyelesaikan masalah dengan pengawasan guru yang minimum.

Di samping itu pengajaran inkuiri terbuka juga perlu mendatangkan makna kepada pelajar. Ia melibatkan pendedahan permasalahan dalam konteks diri pelajar. Permasalahan ini perlu dihubungkan dengan sesuatu yang berkait rapat dengan kehidupan pelajar. Mewujudkan perhubungan ini perlu dilakukan sehingga pelajar dapat menghargai bahawa proses penyiasatan yang dilakukan mereka merupakan sesuatu yang amat kritikal, penting dan memberikan manfaat kepada pelajar. Sebagai contoh, mengaitkan ujikaji berkaitan asid dengan makanan yang mengandungi asid seperti cuka atau limau (sesuatu yang lazim mereka gunakan dalam kehidupan harian). Sehubungan itu, ia akan menggalakkan proses penyiasatan di samping meningkatkan penerapan sikap saintifik seperti keyakinan, berdikari, berfikiran terbuka, meminati sains, bersistematik, berani mencuba dan sebagainya.

## 6.0 Kesimpulan

Keseluruhannya mendapati pelajar Malaysia dan England menunjukkan peningkatan tahap penguasaan proses penyiasatan sejajar dengan perkembangan kognitif mereka. Walau bagaimanapun, pelajar Malaysia menunjukkan tahap penguasaan proses penyiasatan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan pelajar di United Kingdom. Ia meliputi kesemua komponen proses penyiasatan khususnya kemahiran merancang penyiasatan. Ianya banyak dikaitkan dengan strategi pengajaran dan pembelajaran sains khususnya berkaitan aktiviti makmal yang kurang menekankan kepada proses pemikiran saintifik sekaligus membawa kegagalan terhadap aktiviti inkuiri-penemuan yang cuba dilaksanakan. Sehubungan itu, strategi pengajaran yang inkuiri yang lebih terbuka seperti pembelajaran berasaskan masalah yang bermakna perlu dilaksanakan dalam proses pengajaran dan pembelajaran sains bagi menggalakkan proses penyiasatan dan meningkatkan pemikiran saintifik pelajar. Dapatan ini tentunya membuka ruang perdebatan yang meluas untuk mempertingkatkan mutu pengajaran dan pembelajaran sains di Malaysia.

## Rujukan

- APU, The Assessment of Performance's Unit. (1991). Department of Education and Science, United Kingdom.
- Dasar Sains dan Teknologi Kebangsaan*. (2002). Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar.
- Got, R. dan Dugan, S. (1996). *Developing Science and Technology Education: Investigate work in the science curriculum*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Jemaah Nazir Sekolah Persekutuan (2001). *Status mata pelajaran sains teras di sekolah-sekolah menengah di Malaysia*. Kuala Lumpur: Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Kementerian Pelajaran Malaysia (2002). *Kajian antarabangsa ketiga Matematik dan Sains ulangan*. Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan.

- Lynch, P.P. dan Ndyetabura, V.L. (1995). Practical work in schools: An examination of teachers' stated aims and the influence of practical work according to students. *Journal of Research in Science Teaching*, 20, 663-710
- Noorasyikin Kusai. (2002). *Masalah guru dalam pengendalian penilaian kerja amali (PEKA) Biologi di daerah Muar*. UTM Kuala Lumpur: Bahan tidak diterbitkan.
- Nuffield Science for Key Stage 3. (2003). *Science teacher's guide*. Longman Group: United Kingdom.
- PISA. (2003). *Learning for tomorrow's world. First results from PISA 2003*. OECD Paris.
- Pusat Perkembangan Kurikulum, Malaysia. (2000). Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Rohana Husin. (2003). Tahap penguasaan kemahiran proses sains dan hubungannya dengan pencapaian kimia di kalangan pelajar tingkatan empat daerah Johor Bahru. *Sarjana*, Skudai: Bahan tidak diterbitkan.
- TIMSS (2003). *Highlights from the trends in international Mathematics and Science study trends in Mathematics and Science study at eight grade*. United State, Department of Education.
- Trowbridge, L.W. Bybee, R.W. dan Powell, J.C. (2004). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy*. Ed. 8. Pearson: Ohio.
- UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2005).
- Von Glaserfeld, E. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. London: The Falmer Press.
- Vosniadou, S., Skopeliti, I. dan Ikospentaki, K. (2005). Reconsidering the role of artifacts in reasoning: Children understanding of the globe as a model of the earth. *Learning and Instruction*, 15, 333-351.
- Vygotsky, L.S. (1962). *Thought and language*. Cambridge: The MIT Press.
- Wideen, M.F. (1975). Comparison of students outcomens for science: A process approach and traditional science teaching for third, fourth, fifth and sixth grade class: A product evaluation. *Journal of Research in Science Teaching*, 12(1), 31-39.
- Waldrip, B.G. dan Wong, A.F.L. (1996). Associaton of attitudes with science laboratory environment in Sngapore and Ppaua New Guinea. *Journal of Science and Mathematics in South East Asia*, 14, 26-73.
- Zurida Ismail dan Nordin Abdul Razak. (2003). Pengajaran dan pembelajaran sains dari perspektif konstruktivisme. *The Classroom Teacher*, 8,1, 12-29.