

Kefahaman dan Persepsi Guru Sains tentang Kreativiti Saintifik serta Pendekatan untuk memupuknya dalam Pengajaran dan Pembelajaran Sains Sekolah Menengah

Science Teachers' Conceptions and Perceptions of Scientific Creativity and Approaches to Nurture It in Science Teaching and Learning in Secondary School

Rubaaiah Sidek*, Lilia Halim & Nor Aishah Buang

Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Selangor, Malaysia

*Corresponding author: rubaaiah@gmail.com

Published: 28 May 2021

To cite this article (APA): Sidek, R., Halim, L., & Buang, N. A. (2021). Science Teachers' Conceptions and Perceptions of Scientific Creativity and Approaches to Nurture It in Science Teaching and Learning in Secondary School. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 11(1), 95-102. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.1.9.2021>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol11.1.9.2021>

ABSTRAK

Di Malaysia, penyelidik pendidikan, pendidik dan guru telah menyokong keperluan untuk memupuk kreativiti pelajar melalui kurikulum kebangsaan. Aspek kreativiti berbeza antara domain dan dalam subjek sains. Oleh itu, pemupukan kreativiti pelajar dalam subjek sains akan membawa kepada kreativiti saintifik. Tujuan keseluruhan kajian ini adalah untuk meneroka kefahaman dan persepsi guru-guru sains terhadap pendekatan pengajaran dan penerapan untuk memupuk kreativiti saintifik pelajar. Kajian ini mengadaptasi pendekatan kualitatif sepenuhnya dan melibatkan lapan orang guru subjek sains sebagai informan. Pengumpulan data dilakukan menggunakan kaedah temu bual separa berstruktur. Dapatan kajian dianalisis secara tematik daripada data yang dikumpulkan. Secara umumnya, dapatan tematik menunjukkan bahawa guru sains dapat memberikan definisi kreativiti umum dan saintifik serta aspek-aspek utamanya. Persepsi pedagogi guru telah menimbulkan lapan pendekatan pengajaran untuk memupuk kreativiti di bilik darjah sains iaitu: (1) aplikasi kemahiran berfikir, (2) pendedahan kepada contoh sains, (3) pembelajaran sains interdisiplin, (4) pembelajaran dengan teknologi, (5) pembelajaran berasaskan inkuiri, (6) pembelajaran koperatif, (7) penyelidikan praktikal (eksperimen) dan (8) pembelajaran berasaskan projek. Pendekatan penerapan kreativiti saintifik pula adalah secara tidak langsung melalui pendekatan-pendekatan pengajaran sains ini. Kesimpulannya, para guru percaya bahawa pendekatan-pendekatan ini dapat meningkatkan kreativiti saintifik pelajar di dalam pembelajaran sains namun harus disusuli oleh peranan guru dan pelajar yang efektif.

Kata kunci: Kreativiti saintifik, pendidikan sains, kreativiti dalam sains, penerapan kreativiti

ABSTRACT

In Malaysia, educational researchers, educators and teacher have supported the need to foster students' creativity via a national curriculum. Aspects of creativity are different across domains and in science subjects, fostering students' creativity will lead to scientific creativity. The overall aims of this study were to explore science teachers' conception and perception towards fostering scientific creativity in the science classrooms. The study has a qualitative nature that stands on an interpretive worldview. The methodology involved eight science subject teachers as informants and using semi-structured interviews to collect data. Thematic findings and case studies findings were drawn from the analysis of the data collected. In general, the thematic findings indicated that science teachers are able to define the meaning of creativity and its main aspects. Teacher's pedagogical perception enforce eight teaching approaches to foster creativity in the science classroom: (1)



application of thinking skills, (2) exposure to science examples, (3) inter-discipline science learning, (4) technology-based learning, (5) inquiry-based learning, (6) cooperative learning, (7) practical investigation (experimentation) and (8) project-based learning. The teachers believe that these approaches could promote students' scientific creativity in science classroom when specific factors facilitate or hinders the effectiveness of such approaches in terms of fostering creativity.

Keyword: *Scientific creativity, science education, creativity in science, creativity application*

PENDAHULUAN

Kreativiti adalah aspek penting dalam pengajaran dan pembelajaran yang mempengaruhi dasar pendidikan dan amalan guru di seluruh dunia, dan juga dapat membentuk para pelajar abad ke-21. Dalam sains, proses pemikiran kreatif dikenali sebagai kreativiti saintifik. Kreativiti saintifik boleh didefinisikan sebagai kemampuan menghasilkan idea atau produk baru yang relevan dengan konteks sains serta mempunyai kegunaan dan kepentingan secara saintifik (Ayas & Sak, 2014). Kajian-kajian yang telah dilakukan berkaitan KBKK dalam mata pelajaran sains telah menunjukkan tahap penguasaan kemahiran kreatif pelajar yang sederhana (Nooraishah, 2004; Roslinda, 2007; Suriyana, 2004) dan rendah serta lemah (Norfauzi, 2002; Siti Hajar, 2008). Ini menunjukkan penguasaan kemahiran berfikir kreatif pelajar dalam mata pelajaran sains masih belum memuaskan dan menjadi cabaran besar bagi negara untuk melahirkan individu berkemahiran tinggi pada masa hadapan.

Bagi menggalakkan pemikiran kreatif saintifik pelajar, iklim dan persekitaran pembelajaran mestilah menggalakkan pelajar berfikir. Oleh itu, peranan guru juga didapati mempunyai kesan positif untuk menyokong prestasi kreativiti saintifik pelajar (Siti Salbiah et al. 2012; Siew, Chong & Chin 2014; Siew, Chong & Lee 2015; Siew, Chin & Sombuling 2017). Satu kajian yang lebih mendalam perlu dijalankan sebagai lanjutan bagi mendapatkan perspektif dan fenomena yang lebih jelas tentang amalan pengajaran dan pembelajaran ke arah memupuk kreativiti saintifik pelajar. Amalan-amalan pengajaran dan pembelajaran ini pula adalah terbentuk dan bertitik tolak daripada kefahaman dan persepsi guru-guru tersebut. Oleh itu, aspek kefahaman dan persepsi guru terhadap kreativiti saintifik boleh mempengaruhi amalan-amalan pengajaran guru bagi menerapkan kreativiti saintifik dari segi keputusan yang diambil, pemilihan pendekatan dan kaedah serta tingkah laku pengajaran secara keseluruhannya. Di samping itu, kefahaman dan persepsi ini juga penting agar guru-guru dapat mengenal pasti ciri-ciri kreativiti saintifik yang ada pada pelajar serta merangka pelbagai kaedah pedagogi bagi membantu mereka menonjolkannya (Andiliou & Murphy 2010; Newton & Newton 2010; Liu & Lin 2014; Demir 2015; Ndeke, Okere & Keraro 2015).

TUJUAN KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk mendalami dan meneroka bagaimana penerapan kreativiti saintifik yang berlaku dalam proses pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah menengah. Objektif kajian ini adalah untuk:

- i) Meneroka kefahaman guru-guru sains tentang kreativiti umum.
- ii) Meneroka kefahaman guru-guru sains terhadap konsep kreativiti saintifik.
- iii) Meneroka persepsi guru-guru sains tentang pendekatan pengajaran dan pembelajaran yang mampu memupuk kreativiti saintifik pelajar.

METODOLOGI KAJIAN

Reka bentuk kajian ini adalah kajian kes secara kualitatif dan melibatkan lapan orang guru subjek sains termasuk sains tulen di sebuah sekolah menengah di Selangor sebagai peserta kajian atau informan. Kajian ini melibatkan temu bual sebagai kaedah pengumpulan data. Setiap peserta telah



melalui dua sesi temu bual. Peserta-peserta kajian telah diberikan nama samaran bagi tujuan kerahsiaan. Data kemudiannya dianalisis secara tematik dan dihuraikan secara mendalam.

DAPATAN KAJIAN

Kefahaman guru terhadap kreativiti umum

Bagi meneroka kefahaman guru terhadap kreativiti saintifik, penting untuk kita mengetahui apakah kefahaman atau pengetahuan mereka tentang kreativiti umum terlebih dahulu. Bagi tujuan tersebut, kajian ini telah melihat bagaimana guru-guru sains ini memberi makna atau definisi kepada kreativiti secara umum. Dapatan menunjukkan pelbagai definisi kreativiti umum diberikan oleh guru-guru sains ini. Dapatan-dapatan kajian ini kemudian diringkaskan dalam jadual 1 untuk memudahkan pemahaman.

Jadual 1: Kefahaman Guru Sains tentang makna kreativiti umum

Arni	Razali	Sharifah	Mustafa
Makna kreativiti			
- Keupayaan menjana sesuatu yang menarik - Keupayaan menjana sesuatu yang luar biasa - Keupayaan menjana sesuatu yang <i>out of the box</i>. - Keupayaan menjana reka cipta.	- inovasi - Keupayaan menjana sesuatu yang luar biasa. - Keupayaan menjana sesuatu yang di luar kotak pemikiran biasa - Keupayaan menjana sesuatu yang bukan rutin - Keupayaan menjana sesuatu luar rutin	- Keupayaan menjana inovasi atau produk baru daripada reka cipta - Keupayaan menjana sesuatu yang boleh diaplikasikan - Keupayaan mengubahsuai sesuatu yang sedia ada menjadi lebih bagus lagi.	- kebolehan menghasilkan sesuatu yang baharu. Dan berbeza daripada sebelumnya. - sesuatu yang menarik.
Saidah	Fadilah	Zuraini	Siti
Makna kreativiti			
menghasilkan sesuatu produk yang berbeza daripada biasa dan yang memberi faedah kepada kehidupan	kebolehan menghasilkan sesuatu yang baharu	idea untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan seharian dengan mengikut prosedur	Makna kreativiti menghasilkan sesuatu yang tidak terjangka dan luar biasa

Berdasarkan jadual 1, hasil analisis data menunjukkan guru sains telah mengenal pasti dua aspek untuk mengkonsepsualkan kreativiti dalam sains iaitu (i) Menyatakan kreativiti adalah keaslian dan (ii) Menyatakan kreativiti adalah kebergunaan dalam sains. Kreativiti merupakan sesuatu yang asli disebut oleh tujuh daripada 8 orang guru sains. Manakala, separuh daripada informan bersetuju bahawa kreativiti juga adalah sesuatu yang berguna. Secara rumusannya, guru-guru sains mengaitkan kreativiti dengan dua konsep iaitu keaslian dan kebergunaan. Hampir semua guru sains mengaitkan kreativiti dengan sesuatu yang baru dan luar biasa sama ada dari segi proses pemikiran, idea atau pun produk fizikal. Namun begitu, sesetengah guru mempunyai kesedaran bahawa baharu dan luar biasa sahaja tidak cukup untuk dikatakan sesuatu yang kreatif. Mereka berpendapat bahawa sesuatu yang

baru dan luar biasa itu harus relevan dan boleh digunakan dalam kehidupan seharian, barulah ia dikategorikan sebagai kreatif.

Pengetahuan guru terhadap konsep kreativiti saintifik

Setelah pengetahuan guru sains tentang kreativiti umum dapat dikenal pasti, tahap kefahaman guru yang menjurus kepada kreativiti saintifik telah dapat diserlahkan hasil daripada temu bual yang dijalankan. Dapatan menunjukkan guru-guru sains ini telah memberi input tentang kefahaman mereka mengenai konsep kreativiti saintifik, seperti dalam jadual berikut:

Jadual 2: Pengetahuan guru sains tentang konsep kreativiti saintifik

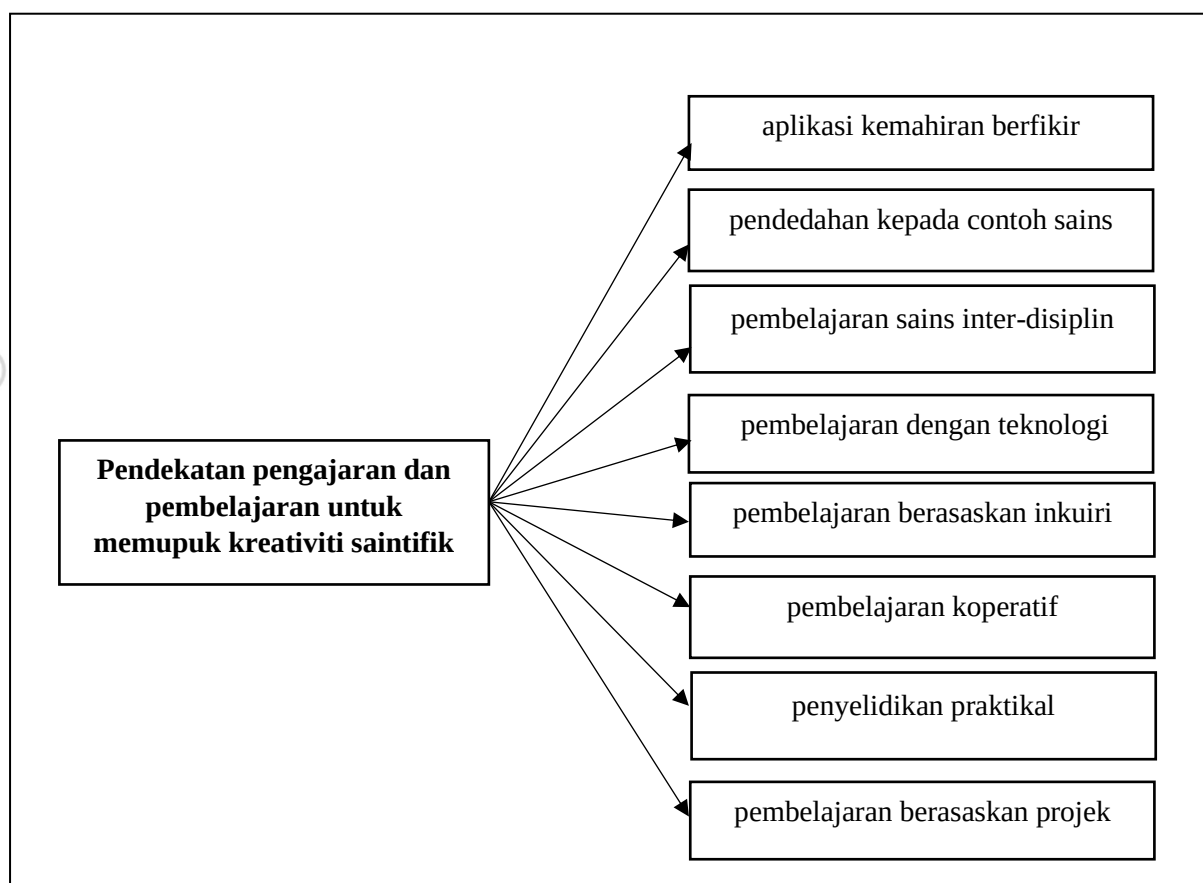
Arni	Razali	Sharifah	Mustafa
Konsep kreativiti saintifik			
• perlu berdasarkan kepada subjek-subjek tertentu. • mesti berdasarkan fakta dan isi kandungan sains. • Keupayaan menyelesaikan permasalahan menggunakan konsep-konsep saintifik.	• keupayaan kreatif dalam platform subjek sains. • Kebolehan menyelesaikan persoalan-persoalan sains secara kreatif. • Pelajar mengaplikasikan ilmu yang dipelajari di sekolah.	• Kreativiti berbeza mengikut subjek-subjek tertentu. • Sesuatu yang kreatif mungkin terdiri daripada pelbagai subjek yang inter-disiplin. • melibatkan inovasi dan aplikasi.	• Penguasaan konsep sains sangat penting • menjurus kepada inovasi baharu.
Saidah	Fadilah	Zuraini	Siti
Konsep kreativiti saintifik			
• berbeza bagi setiap subjek atau bidang. • dapat menghasilkan sesuatu yang kreatif dalam bidang sains.	• kebolehan menghasilkan dan membina sesuatu yang baru dalam bidang sains. • sesuatu yang baharu pada pengetahuan pelajar.	• keupayaan menggunakan konsep dan ilmu sains untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan seharian. • sangat berkait dengan kehidupan.	• cetusan idea yang kreatif dan berdasarkan pengetahuan sains.

Berdasarkan Jadual 2 tersebut, guru-guru sains ini berupaya menerangkan bahawa kreativiti saintifik adalah kreativiti yang berdasarkan pengetahuan dan konsep saintifik. Mereka bersetuju bahawa keupayaan pelajar menyelesaikan masalah sains atau menghasilkan sesuatu yang kreatif dalam sains bergantung kepada penguasaan konsep sains mereka. Tanpa konsep sains yang jelas, mereka tidak mungkin dapat menjelaskan fenomena saintifik daripada hasil kreativiti yang mereka hasilkan. Selain itu, hampir semua guru sains mengakui bahawa subjek sains mempunyai mempunyai potensi yang besar untuk memupuk kreativiti saintifik individu berbanding dengan subjek-subjek pelajaran lain. Ini disebabkan sifat semulajadi sains yang amat berkait dengan kehidupan serta melibatkan pemikiran

beraras tinggi. Namun, sebilangan kecil daripada mereka berpendapat bahawa hanya topik-topik tertentu sahaja dalam sains yang mampu meningkatkan keupayaan kreativiti saintifik pelajar.

Persepsi guru-guru sains tentang pendekatan pengajaran dan pembelajaran yang mampu memupuk kreativiti saintifik pelajar.

Kajian ini juga telah meneliti bagaimana guru-guru sains ini memberi input tentang kaedah-kaedah pengajaran secara langsung atau penerapan secara tak langsung yang mampu memupuk kreativiti saintifik pelajar. Dapatan menunjukkan pelbagai pendekatan dan kaedah pedagogi diberikan oleh guru-guru sains ini sepanjang temu bual dijalankan. Hasil dapatan telah membentuk tema. Tema-tema terbentuk menunjukkan bahawa guru-guru sains ini mempunyai persepsi bahawa lapan tema pedagogi adalah bersesuaian dalam memupuk kreativiti saintifik pelajar iaitu: (1) aplikasi kemahiran berfikir, (2) pendedahan kepada contoh sains, (3) pembelajaran sains inter-disiplin, (4) pembelajaran dengan teknologi, (5) pembelajaran berasaskan inkuiri, (6) pembelajaran koperatif, (7) penyelidikan praktikal (eksperimen) dan (8) pembelajaran berasaskan projek. Gambaran keseluruhan ditunjukkan seperti dalam Rajah 1 berikut.



Rajah 1: pendekatan pengajaran dan pembelajaran yang mampu memupuk kreativiti saintifik pelajar

PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN

Dapatan kajian telah menunjukkan bagaimana guru-guru sains telah memberi makna dan konsep kepada kreativiti dari kefahaman mereka. Secara keseluruhannya, data kajian menunjukkan bahawa guru-guru sains berupayamengaitkan kreativiti dengan dua konsep iaitu keaslian dan kebergunaan. Mereka berpendapat bahawa sesuatu yang baru dan luar biasa itu harus relevan dan boleh digunakan dalam kehidupan seharian. Konsep ini selari dengan para penyelidik seperti (Amabile, 1983; Ayas & Sak, 2014; Feldman, Csikszentmihalyi, & Gardner, 1994; Lu, Lian, & Lien, 2015; Nur Cayirdag,



2017). Namun begitu, pengkaji mendapati pengetahuan guru-guru sains ini masih kekurangan dalam beberapa aspek. Pertamanya, dalam memberi makna kepada kreativiti, kefahaman guru-guru sains lebih tertumpu kepada aspek keaslian sahaja, dan sebahagian dapat menerangkan kreativiti dari aspek kebergunaan. Namun, guru-guru sains tidak dapat mengaitkan kreatif dengan aspek lain seperti aspek pemikiran lain seperti kelancaran iaitu keupayaan menjana pelbagai idea dan aspek kelenturan atau fleksibiliti iaitu keupayaan menjana idea dari pelbagai sudut yang berbeza.

Bagi kefahaman terhadap kreativiti saintifik, guru-guru sains ini berupaya menerangkan bahawa kreativiti saintifik adalah kreativiti yang berdasarkan ilmu pengetahuan sains, isi kandungan sains, fakta-fakta sains atau konsep-konsep saintifik. Pengetahuan guru-guru ini selari dengan literatur (Aktamis & Ergin, 2008; Ayas & Sak, 2014; Cevher, Ertekin, & Koksall, 2014; Huang, Peng, Chen, Tseng, & Hsu, 2017; Siew et al., 2014; Usta & Akkanat, 2015). Pengkaji berpendapat bahawa guru-guru sains ini telah memahami konsep asas kepada kreativiti saintifik. Namun begitu, pengetahuan mereka tentang kreativiti saintifik hanya merujuk kepada kreativiti yang berasaskan pengetahuan sains sahaja sedangkan kreativiti saintifik juga merangkumi kemahiran-kemahiran lain seperti kemahiran saintifik dan kemahiran berfikir kreatif. Kemahiran-kemahiran saintifik ini perlu ada dalam proses untuk menghasilkan sesuatu yang kreatif dari segi saintifik. Contohnya seperti kemahiran mengeksperimen, membuat inferens, membuat hipotesis dan sebagainya. Kemahiran-kemahiran saintifik dan kemahiran pemikiran kreatif juga menjadi elemen asas kepada konsep kreativiti saintifik. Gabungan ketiga-tiga elemen ini iaitu penguasaan konsep sains, kemahiran saintifik dan pemikiran kreatif akan menjurus kepada keupayaan kreativiti saintifik.

Selain itu, persepsi guru-guru sains ini tentang pendekatan-pendekatan pedagogi yang mampu memupuk kreativiti saintifik juga didapati selari dengan penyelidikan-penyelidikan kreativiti dalam bidang pendidikan sains. Pengetahuan ini penting bagi guru-guru mengintegrasikan pendekatan yang bersepadu dalam pengajaran STEM khususnya (Su Ling et. al., 2020). Secara amnya, pendekatan-pendekatan seharusnya mampu memberi impak positif untuk meningkatkan pemikiran divergen dari aspek keaslian, kelenturan/fleksibiliti dan kelancaran (Abd-El-Khalick et al., 2014). Walaubagaimanapun, persepsi guru ini tidak menyentuh beberapa pendekatan lain yang sering dicadangkan sebagai pendekatan yang mampu memperkembangkan kreativiti pelajar dalam sains. Antaranya seperti kaedah sumbang saran, aktiviti penghujahan, serta analogi atau metafora kreatif. Kaedah-kaedah yang diberikan mampu menerapkan kreativiti saintifik secara tidak langsung dan tidak secara maksimal.

Kajian ini mendapati persepsi guru dari segi kefahaman terhadap kreativiti saintifik telah meliputi asas utama namun masih kekurangan dalam beberapa aspek. Kekurangan ini akan mempengaruhi persepsi dan amalan pedagogi guru yang menerapkan kreativiti saintifik (Andiliou & Murphy, 2010; Demir, 2015; Liu & Lin, 2014; Newton & Newton, 2010; Okere & Ndeke, 2012). Kajian juga mendapati persepsi pedagogi guru tentang pendekatan pengajaran yang menerapkan guru lebih meluas dan terperinci. Namun begitu, timbul persoalan tentang adakah amalan pengajaran guru-guru sains ini di dalam kelas selari dan konsistensi dengan persepsi mereka. Justeru, kajian ini mencadangkan agar kajian terhadap amalan-amalan pengajaran guru dapat dijalankan bagi melihat sejauh mana ia dapat memupuk kreativiti saintifik pelajar. Dalam masa yang sama, pengajaran dan penerapan ini juga mungkin dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu yang sama ada memudahkan atau menghalang keberkesanan pendekatan tersebut untuk memupuk kreativiti saintifik. Oleh itu, kajian lanjutan boleh dilakukan bagi meneroka fenomena ini dengan lebih mendalam.



RUJUKAN

- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ... Tuan, H. L. (2014). Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 88(3), 397–419. <https://doi.org/10.1002/sce.10118>
- Aktamis, H., & Ergin, O. (2008). The effect of scientific process skills education on students' scientific creativity, science attitudes and academic achievements. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 9, pp. 1–21).
- Amabile, T. M. (1983). *The Social Psychology of Creativity*. Springer-Verlag New York Inc. <https://doi.org/10.1080/02640828708723925>
- Andiliou, A., & Murphy, P. K. (2010). Examining variations among researchers' and teachers' conceptualizations of creativity: A review and synthesis of contemporary research. *Educational Research Review*, 5(3), 201–219. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2010.07.003>
- Ayas, M. B., & Sak, U. (2014). Objective measure of scientific creativity: Psychometric validity of the creatives scientific ability Test. *Thinking Skills and Creativity*, 13, 195–205. Retrieved from <http://www.sciencedirect.com/www.ezplib.ukm.my/science/article/pii/S1871187114000327>
- Cevher, A. H., Ertekin, P., & Koksall, M. S. (2014). Investigation of scientific creativity of eighth grade gifted students. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 1(4).
- Demir, S. (2015). Perspectives of science teacher candidates regarding scientific creativity and critical Thinking. *Journal of Education and Practice*, 6(17), 157–160.
- Feldman, D. H., Csikszentmihalyi, M., & Gardner, H. (1994). *Changing the world: A framework for the study of creativity*. Westport, CT, US: Praeger Publishers/Greenwood Publishing Group.
- Huang, P. S., Peng, S. L., Chen, H. C., Tseng, L. C., & Hsu, L. C. (2017). The relative influences of domain knowledge and domain-general divergent thinking on scientific creativity and mathematical creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 25(48), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.06.001>
- Liu, S. C., & Lin, H. shyang. (2014). Primary teachers' beliefs about scientific creativity in the classroom context. *International Journal of Science Education*, 36(10). <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.868619>
- Lu, Y. L., Lian, I. Bin, & Lien, C. J. (2015). the Application of the Analytic Hierarchy Process for Evaluating Creative Products in Science Class and Its Modification for Educational Evaluation. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(May), 413–435. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9485-x>
- Ndeke, G. C. W., Okere, M. I. O., & Keraro, F. (2015). Influence of Gender and Knowledge on Secondary School Students' Scientific Creativity Skills in Nakuru District, Kenya. *European Journal of Educational Research*, 4(9). <https://doi.org/10.1080/09500690110098912.Hungi>
- Newton, L. D., & Newton, D. P. (2010). What teachers see as creative incidents in elementary science lessons. *International Journal of Science Education*, 32(15), 1989–2005. <https://doi.org/10.1080/09500690903233249>
- Nooraishah, K. (2004). *Penguasaan aspek kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif di dalam mata pelajaran sains KBSM dikalangan pelajar tingkatan empat daerah Kuala Langat*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Norfauzi, M. (2002). *Kajian mengenai tahap kreativiti di kalangan pelajar tingkatan empat di daerah Jasin, Melaka*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Nur Cayirdag. (2017). Creativity Fostering Teaching: Impact of Creative Self-efficacy and Teacher Efficacy. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 17(6), 1959–1975. <https://doi.org/10.12738/estp.2017.6.0437>
- Okere, M. I., & Ndeke, G. C. (2012). Influence of Gender and Knowledge on Secondary School Students' Scientific Creativity Skills in Nakuru District, Kenya. *European Journal of Educational Research*, 1(4), 353–366. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.1.4.353>
- Roslinda, G. (2007). *Tahap penguasaan kemahiran berfikir kritis dan kreatif (kbkk) dalam matapelajaran fizik di kalangan pelajar tingkatan empat*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Siew, N. M., Chin, M. K., & Sombuling, A. (2017). The effects of problem based learning with cooperative learning on preschoolers' scientific creativity. *Journal of Baltic Science Education*, 100–113. <https://doi.org/10.1177/001698629203600405>
- 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(1974), 109–123.
- Siew, N. M., Chong, C. L., & Lee, B. N. (2015). Fostering fifth graders' scientific creativity through problem-based learning. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 655–669.
- Siti Hajar, A. (2008). *Tahap kreativiti di kalangan pelajar program sains di fakulti pendidikan*. Universiti Teknologi Malaysia.

- Siti Salbiah, O., Noor Dayana, A. H., Johari, S., & Jamalludin, H. (2012). A pilot study on chemistry creativity test for Malaysian science students. *ICEHOTS*.
- Su Ling, L., Pang, V., & Lajium, D. (2020). A Case study of teachers' pedagogical content knowledge in the implementation of integrated STEM education. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 10(1), 49-64.
- Suriyana, D. (2004). *Tahap penguasaan kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif dalam mata pelajaran sains di kalangan pelajar tingkatan dua di sekolah daerah kuala terengganu*. Universiti Teknologi Malaysia.
- Usta, E., & Akkanat, C. (2015). Investigating scientific creativity level of seventh grade students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 191, 1408–1415. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.643>