

Perubahan Iklim: Pengetahuan Pedagogi Isi Kandungan Guru Sains di Sekolah Menengah

(Climate Change: Pedagogical Content Knowledge of Science Teachers' in High School)

Nurbaizura Hussain^{1*} , Lilia Halim² 

¹Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

Email: p113216@siswa.ukm.edu.my

²Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM), 43600 Bangi, Selangor, Malaysia.

Email: lilia@ukm.edu.my

CORRESPONDING AUTHOR (*):

Nurbaizura Hussain
(p113216@siswa.ukm.edu.my)

KATA KUNCI:

Pengetahuan pedagogi isi kandungan (PPIK)
Perubahan iklim
Pengetahuan pedagogi umum

KEYWORDS:

Pedagogical content knowledge (PCK)
Climate change
General pedagogical knowledge

CITATION:

Nurbaizura Hussain & Lilia Halim. (2023).
Perubahan Iklim: Pengetahuan Pedagogi Isi Kandungan Guru Sains di Sekolah Menengah. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 8(2), e002138.
<https://doi.org/10.47405/mjssh.v8i2.2138>

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan bertujuan untuk meneroka pengetahuan pedagogi isi kandungan (PPIK) guru sains sekolah menengah bagi topik perubahan iklim. Untuk itu, kajian kuantitatif digunakan bagi tujuan tersebut. Pemilihan sampel kajian adalah dari kalangan guru sains sekolah menengah harian di sekitar Kuala Lumpur. Instrumen yang digunakan dalam kajian ini adalah soal selidik dengan menggunakan skala Likert lima mata. Instrumen ini terdiri daripada empat bahagian utama iaitu bahagian demografi (3 item), bahagian pengetahuan tentang perubahan iklim (18 item), bahagian pengetahuan pedagogi umum (23 item) dan bahagian pengetahuan pedagogi isi kandungan (13 item). Kesahan kandungan daripada penilaian pakar dijalankan dan analisis *alfa Cronbach* dilaksanakan bagi mengukur kebolehpercayaan instrumen. Nilai pekali *alfa Cronbach* secara keseluruhannya ialah 0.806. Analisis deskriptif digunakan bagi melihat tahap pengetahuan guru dalam ketiga-tiga komponen PPIK tersebut. Dapatan kajian menunjukkan pengetahuan guru terhadap perubahan iklim adalah pada tahap rendah. Namun begitu, pengetahuan guru terhadap pedagogi umum dan PPIK adalah pada tahap tinggi.

ABSTRACT

This study was conducted to identify the pedagogical content knowledge (PCK) of secondary school science teachers on the topic of climate change. For that purpose, quantitative research is used. The selection of the study sample was from among daily high school science teachers around Kuala Lumpur. The instrument used in this study is a questionnaire using a five-point Likert scale. This instrument consists of four main sections, namely the demographic section (3 items), the Knowledge Section about climate change (18 items), the General Pedagogical Knowledge Section (23 items) and the Content Pedagogical Knowledge Section (13 items). Content validity from expert ratings was conducted

and Cronbach's Alpha analysis was performed to measure instrument reliability. The value of Cronbach's alpha coefficient as a whole is 0.806. Descriptive analysis was used to see the level of teacher knowledge in the three PPIK components. The findings of the study show that teachers' knowledge of climate change is at a low level. Nevertheless, teachers' knowledge of general pedagogy and PPIK is at a high level.

Sumbangan/Keaslian: Kajian ini memberikan sumbangan berkaitan tahap pengetahuan pedagogi isi kandungan dalam kalangan guru sains sekolah menengah di Kuala Lumpur. Hasil kajian ini akan membantu pihak Jabatan pendidikan Negeri (JPN) dan Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) bagi merangka Latihan Profesional untuk guru berkaitan topik perubahan iklim.

1. Pengenalan

Perubahan iklim merupakan perubahan pada pola cuaca jangka panjang pada skala global (Setiani, 2020). Oleh itu, perubahan iklim yang berlaku menjadi isu global dan mendapat kerjasama dari pelbagai negara untuk merangka kaedah bagi mengurangkan kesannya ke atas penduduk dunia. Laporan yang dikeluarkan oleh IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) mengesahkan berlakunya peningkatan kesan antropogenik pada perubahan iklim dalam skala besar (IPCC, 2001, 2007, 2014). Laporan tahun 2020 IPCC turut menyatakan bahawa manusia adalah punca utama di sebalik isu seperti gelombang haba yang lebih kuat, pencairan glasier, dan lautan yang semakin panas (Masson-Delmotte et al., 2021).

Ini mendorong setiap negara untuk mengambil langkah proaktif dalam mengurangkan kesan perubahan iklim. Dalam Perhimpunan Agung Bangsa-Bangsa Bersatu (UN) pada 25 September 2015, Agenda 2030 UN telah dilancarkan dan menggariskan 17 Matlamat Pembangunan Mampan (United Nations, 2015). Matlamat ke-13 menyatakan bahawa tindakan segera diambil untuk memerangi perubahan iklim dan kesannya ke atas dunia. Matlamat ini turut memfokuskan kepada pendidikan berkaitan perubahan iklim bagi meningkatkan kesedaran manusia di samping meningkatkan kapasiti manusia dan institusi dalam mengurangkan perubahan iklim, penyesuaian dan pengurangan impaknya (United Nations, 2015).

Sehubungan itu, pendidikan perubahan iklim perlu diberikan perhatian yang serius untuk menyediakan murid dan guru dalam menghadapi cabaran berkaitan perubahan iklim (Tilbury, 2015). Dalam pendidikan perubahan iklim, jika orang ramai salah memahami mekanisme perubahan iklim, maka pemilihan prosedur mitigasi yang efektif dan berkesan tidak dapat dilaksanakan (Ratinen & Uusiautti, 2020). Kajian lepas mengakui bahawa bentuk pendidikan perubahan iklim yang inovatif dan berkesan diperlukan untuk kanak-kanak dan golongan muda di seluruh dunia kerana golongan ini yang akan bergelut dengan kesan perubahan iklim yang tidak menentu yang dibawa oleh generasi terdahulu (Ejphoh & Ekphoh, 2011; Kagawa & Selby, 2012).

Selaras dengan keperluan tersebut, komuniti antarabangsa telah memulakan kempen global untuk memasukkan pendidikan perubahan iklim ke dalam rancangan dan usaha untuk menangani pembangunan mampan dan menyepadukan pembangunan mampan ke dalam keutamaan institusi pendidikan, kurikulum dan pedagogi (Tilbury, 2015).

Penyebaran ilmu berkaitan perubahan iklim di kalangan murid adalah penting kerana pendidikan ini dapat membina pengetahuan dan kepercayaan serta mengubah amalan murid terhadap perubahan iklim yang sedang berlaku ini (Otto et al., 2020). Pengetahuan ini bukan sahaja dapat mengubah amalan murid malah turut dapat mempengaruhi sikap komuniti tempat tinggal murid (Kolenatý et al., 2022; Kovács et al., 2020; Ratinen, 2021) disebabkan perubahan iklim amat berkait rapat dengan norma dan nilai dalam konteks harian masyarakat dan murid (Monroe et al., 2019).

Namun begitu, sebilangan besar guru mengelak untuk mengajar topik ini secara berfokus dan guru masih tidak percaya bahawa pengajaran yang berkesan mampu untuk mengubah persepsi dan amalan murid terhadap perubahan iklim (Plutzer et al., 2016). Selain itu, terdapat juga guru yang tidak menggunakan pedagogi yang berkesan untuk mengajar sains perubahan iklim (Nation & Feldman, 2021). Kesannya, murid tidak menguasai topik perubahan iklim sepenuhnya malah wujud salah tanggapan sekali gus gagal menanam sikap dan amalan seharian yang diperlukan.

Justeru itu, kajian ini dilakukan bagi mengenal pasti pengetahuan pedagogi isi kandungan (PPIK) bagi topik perubahan iklim. Sehubungan dengan itu, pengetahuan isi kandungan perubahan iklim dan pengetahuan pedagogi umum turut dikaji. Hasil kajian ini nanti dapat membantu pihak Kementerian Pelajaran dalam membangunkan Latihan Profesional bagi memenuhi keperluan guru berkaitan topik perubahan iklim ini. Kajian ini dijalankan bagi menjawab persoalan kajian berikut:

- i. Apakah tahap pengetahuan perubahan iklim guru sains sekolah menengah?
- ii. Apakah tahap pengetahuan pedagogi umum guru sains sekolah menengah bagi tajuk perubahan iklim?
- iii. Apakah tahap pengetahuan pedagogi isi kandungan yang digunakan oleh guru sains sekolah menengah bagi tajuk perubahan iklim?

2. Sorotan Literatur

Kajian yang dijalankan menunjukkan bahawa golongan muda tidak berminat untuk menangani masalah berkaitan perubahan iklim malah dilihat kurang pengetahuan dan motivasi berbanding golongan dewasa (Flora et al., 2014). Namun dalam satu kajian yang lain mendapati bahawa kepemimpinan melalui aktivisme pro-iklim telah mewujudkan sikap positif dalam diri murid terhadap tindakan iklim (Budziszewska & Głód, 2021; MacKay et al., 2020). Berdasarkan kajian-kajian tersebut, dapat disimpulkan bahawa sikap dan tingkah laku seseorang dapat dibentuk dengan adanya pendekatan yang bersesuaian yang mampu menunjukkan keperluan sesuatu pembelajaran itu.

Kajian lepas menunjukkan, murid dan orang awam kedua-duanya mempunyai salah tanggapan tentang punca dan proses yang menyebabkan perubahan iklim (Fleming et al., 2021) dan tidak mengetahui jenis tindakan mitigasi yang boleh mereka ambil untuk membantu mengurangkan kesan perubahan iklim terhadap alam sekitar (Herman et al., 2015; Plutzer & Hannah, 2018; Trendell Nation, 2017). Terdapat kajian lepas juga telah mengenal pasti bahawa salah tanggapan yang wujud dalam kalangan murid adalah disebabkan oleh kesilapan dalam cara mereka memahami perubahan iklim sebelum mengikuti kelas berkaitan perubahan iklim (Chang et al., 2018; Ratinen et al., 2013).

Negara jiran Malaysia iaitu Singapura menjalankan kajian ke atas murid di negaranya. Kajian tersebut bersetuju bahawa murid sekolah menunjukkan salah tanggapan pada perubahan iklim. Kajian ke atas murid gred Sembilan di Singapura mendapati bahawa

apabila diminta untuk menggambarkan perubahan iklim, mereka tidak dapat membezakan kesan rumah hijau yang disebabkan oleh manusia (Satriadi et al., 2019) daripada kesan rumah hijau secara semula jadi (Chang & Pascua, 2015). Mereka percaya bahawa kesan rumah hijau hanya disebabkan oleh tindakan manusia sahaja sedangkan ianya boleh terjadi secara semula jadi. Namun kajian yang dijalankan oleh García Vinuesa et al. (2022) pula memberikan salah tanggapan yang berbeza iaitu murid percaya bahawa, perubahan iklim turut berlaku secara semula jadi. Dalam satu kajian lain berkaitan jejak karbon pula, murid didapati memahami tindakan yang boleh mengurangkan perubahan iklim namun mereka tetap merasakan kesan tindakan terhadap jejak karbon seorang individu itu tidak akan mengubah keadaan (Lehnert et al., 2020; Tolppanen et al., 2021).

Topik perubahan iklim adalah topik yang kompleks dan sering menjadi masalah kepada guru untuk menyampaikannya dengan berkesan semasa pengajaran dalam bilik darjah (Farmer & Cook, 2013). Penguasaan topik ini bukan hanya pada pengetahuan tentang perubahan iklim semata malah meliputi penerapan kefahaman dan perubahan tingkah laku murid ke arah meningkatkan mitigasi negara. Oleh itu, guru bukan sahaja perlu menguasai isi kandungan pelajaran tentang perubahan iklim (Anyanwu et al., 2015) malah perlu bersedia menggabungkan pengetahuan pedagogi khusus dan isi kandungan dalam menyampaikan pengajaran itu (Breslyn & Drewes, 2017; Kunkle & Monroe, 2018) agar sesi pengajaran dan pembelajaran yang melibatkan topik ini dapat membetulkan persepsi murid berkaitan perubahan iklim. Ini sekali gus dapat mengubah cara mereka berfikir dan mampu mengubah tingkah laku untuk mengambil tanggungjawab bersama dalam meningkatkan mitigasi negara.

Terdapat kajian yang mendedahkan bahawa guru pra-perkhidmatan menghadapi cabaran dalam memahami mitigasi perubahan iklim (Tolppanen et al., 2021) dan mengalami kesukaran dalam menggabungkan strategi mitigasi dan penyesuaian ke dalam pengajaran sekolah (Ratinen & Pahtaja, 2020). Plutzer dan Hannah (2018) dalam kajian mereka pula menyatakan guru dalam perkhidmatan mempunyai salah tanggapan bahawa perubahan iklim yang berlaku bukan disebabkan oleh aktiviti manusia. Kajian yang dilakukan ke atas guru di Amerika Syarikat juga menunjukkan masih terdapat segelintir guru yang mengatakan bahawa perubahan iklim berlaku secara semula jadi dan sebahagian besar guru didapati tidak tahu punca sebenar perubahan iklim. Ini menunjukkan guru kurang pengetahuan tentang perubahan iklim dan menyebabkan pengetahuan ini tidak dapat di sebarkan kepada murid dengan berkesan.

Dalam kajian yang lain yang dilakukan di Afrika Selatan, iaitu sebuah negara yang mengalami peningkatan suhu melampau, mendapati pengetahuan guru berkaitan pemanasan global adalah rendah. Mereka tidak dapat menyatakan kesan daripada fenomena tersebut dan tidak berupaya untuk mencadangkan langkah menangani pemanasan global (Hebe, 2020). Begitu juga dengan kajian yang dijalankan di Puerto Rico dan Florida yang menunjukkan bahawa peratusan guru yang tidak mempunyai pengetahuan yang cukup tentang sains perubahan iklim adalah tinggi.

Kajian-kajian ini menunjukkan guru mempunyai salah tanggapan terhadap perubahan iklim dan mendapati topik ini mencabar. Salah tanggapan guru yang berlaku menyebabkan pengajaran topik perubahan iklim berfokus kepada hanya menyampaikan maklumat tentang punca perubahan iklim yang berlaku secara saintifik tetapi kurang memupuk sikap dan amalan baik dalam diri murid bagi memelihara alam sekitar. Guru tidak bertindak untuk menjadi perangsang kepada murid dalam meningkatkan mitigasi sebaliknya hanya menekankan pengetahuan secara umum sahaja. Oleh itu, konsep

sebenarnya perubahan iklim perlu difahami dan dikuasai untuk membolehkan kemahiran berfikir secara kritis dan kemahiran menyelesaikan masalah dapat dibangunkan dalam diri murid (Feja et al., 2019; Hoffman, 2019; Kuthe et al., 2019).

2.1. Pengetahuan Pedagogi Isi Kandungan

Pengetahuan pedagogi isi kandungan telah diperkenalkan oleh Shulman pada tahun 1986 dan merupakan salah satu asas pengetahuan yang perlu dimiliki oleh seseorang guru. Beliau menyatakan bahawa PPIK sebagai pengintegrasian dua pengetahuan khusus iaitu pengetahuan kandungan dan pengetahuan pedagogi. Pengetahuan kandungan adalah merujuk kepada pengetahuan guru berkenaan isi kandungan bagi subjek tertentu manakala pengetahuan pedagogi merujuk kepada strategi dan cara pengajaran guru (Shulman, 1986).

Konsep PPIK yang dikeluarkan oleh Grossman (1990) pula mengandungi empat komponen utama iaitu (1) pengetahuan dan kepercayaan tentang tujuan mengajar mata pelajaran pada tahap gred yang berbeza; (2) pengetahuan tentang pemahaman, konsep dan miskonsepsi pelajar tentang topik tertentu dalam sesuatu perkara; (3) pengetahuan kurikulum yang merangkumi pengetahuan tentang bahan kurikulum yang tersedia untuk pengajaran mata pelajaran tertentu, pengetahuan tentang kedua-dua kurikulum mendatar dan menegak untuk sesuatu mata pelajaran; dan (4) pengetahuan tentang strategi pengajaran dan perwakilan untuk mengajar topik tertentu.

Dalam konsep yang dikeluarkan oleh Carlsen (1999) pula PPIK terdiri daripada empat konstruk iaitu salah tanggapan umum murid, pengetahuan kurikulum khusus, strategi pengajaran topik khusus guru dan objektif pengajaran. Kajian oleh Tuan et al. (2000) dan Jang et al. (2009) juga memberikan idea yang hampir sama. Pengkaji-pengkaji ini menyenaraikan komponen-komponen PPIK sebagai pengetahuan kandungan mata pelajaran, pengetahuan objektif dan konteks pengajaran, strategi instruksional dan konsep pengajaran dan pengetahuan tentang murid. Jong (2009) kemudiannya menambahkan komponen pengetahuan strategi penilaian sebagai tambahan komponen dalam PPIK.

Menurut Malva et al. (2021), kajian terkini menggunakan tiga dimensi pengetahuan pedagogi umum iaitu proses pengajaran (kaedah pengajaran dan pengurusan kelas); pembelajaran murid; dan penilaian. Pengetahuan pedagogi umum juga menunjukkan terdapatnya hubungan dengan kualiti pengajaran seseorang guru (König et al., 2020; König & Pflanzl, 2016). Bagi komponen isi kandungan pula guru perlu kuasai konsep tentang kandungan sesuatu topik yang ingin diajarkan (Favier et al., 2021). Pengetahuan tentang isi kandungan sahaja tidak menjadikan pengajaran seseorang guru itu dianggap berkesan kerana mereka juga perlu mengetahui mengenai murid, kurikulum, strategi pengajaran dan penilaian (Abell et al., 2009). Oleh itu, guru yang menguasai PPIK dilihat berkebolehan memotivasikan murid dalam pelajarannya dan dapat menghubungkan pengetahuan sedia ada murid dengan isi pengajaran guru.

Daripada kajian-kajian lepas, para pengkaji telah memberikan pelbagai definisi PPIK. Sesetengahnya memberikan maksud yang selari dengan Shulman (1986) dan ada juga pengkaji yang memberikan definisi yang telah dikembangkan daripada definisi asal. Berdasarkan perkembangan kajian tersebut, banyak komponen PPIK yang telah diperkenalkan oleh pengkaji-pengkaji lain. Namun begitu, semuanya merujuk kepada tiga komponen asas PPIK di mana guru perlu memiliki pengetahuan dalam sesuatu isi

kandungan, pedagogi umum dan pengetahuan hasil daripada pengintegrasian antara pengetahuan pedagogi dan isi kandungan.

Kajian yang dijalankan berkaitan PPIK banyak dikaji dalam satu isi kandungan sahaja iaitu fokus kepada mata pelajaran-mata pelajaran tertentu seperti Bahasa Melayu, Kimia, Bahasa Arab, Bahasa Inggeris dan Sains. Kajian PPIK bagi tajuk perubahan iklim didapati masih kurang. Menurut kajian yang dijalankan oleh [Jacobson, McDuff dan Monroe \(2015\)](#), kaedah pengajaran aktif dan berpusatkan pelajar serta menggunakan pendekatan pengalaman, berasaskan inkuiri atau konstruktivis ini telah digunakan dalam pendidikan sains dan alam sekitar dan sering digunakan dalam pendidikan perubahan iklim juga serta ianya terbukti berkesan. Dalam satu kajian lain, aktiviti berasaskan inkuiri membolehkan murid mengembangkan pengetahuan mereka sendiri dan menjana kesimpulan berdasarkan pengetahuan perubahan iklim ([Porter, Weaver, dan Raptis, 2012](#)).

Dalam konteks kajian ini, isi kandungan merujuk kepada konsep perubahan iklim yang merangkumi punca, kesan dan langkah mengatasi perubahan iklim. Dalam komponen pedagogi, guru perlu tahu mereka bentuk strategi pengajaran yang merangkumi pengetahuan konteks, proses pengajaran guru, pembelajaran murid dan penilaian. Bagi komponen PPIK, guru perlu tahu merancang kaedah pengajaran yang bersesuaian bagi topik berkaitan perubahan iklim hasil pengintegrasian antara komponen isi kandungan dengan pengetahuan pedagogi umum guru.

3. Metod Kajian

3.1. Reka bentuk Kajian

Reka bentuk kajian ini adalah kuantitatif menggunakan kaedah tinjauan. Kaedah ini dipilih bagi mendapatkan maklumat mengenai tahap pengetahuan guru dari konteks pedagogi isi kandungan perubahan iklim, pedagogi umum dan pedagogi isi kandungan. Penyelidikan yang dijalankan melibatkan responden dari kalangan 30 orang guru sains di sekolah menengah harian yang mengajar tingkatan empat dan lima. Oleh itu, kelulusan etika dilaksanakan dengan memohon kebenaran dari Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan dan juga dari Pejabat Pendidikan Daerah.

3.2. Lokasi

Lokasi kajian yang dipilih ialah sekolah menengah harian di sekitar Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur yang mempunyai ciri-ciri yang sama dengan kajian sebenar yang akan dijalankan. Lokasi ini dipilih berdasarkan status negeri yang padat penduduk dan kawasan yang pesat dengan pembinaan bangunan. Kawasan ini juga sering dilanda bencana alam seperti banjir kilat dan tanah mendap di samping tingginya indeks pencemaran berbanding negeri lain.

3.3. Instrumen Kajian

Instrumen kajian yang digunakan dalam kajian ini ialah soal selidik. Instrumen ini memudahkan proses memungut data ([Pratt, 1980](#)) dan memberi ruang untuk responden menjawab soalan. Borang soal selidik ini dihantar ke sekolah-sekolah melalui borang secara atas talian iaitu *google form* dan maklumat ringkas diberikan dalam soal selidik tersebut. Bagi memastikan soal selidik dijawab dengan jujur dan tepat menggambarkan

situasi yang berlaku, tempoh masa yang diberikan adalah selama seminggu untuk memberikan maklum balas.

Soalan dalam instrumen soal selidik ini terdiri daripada empat bahagian utama seperti berikut :

- a) Bahagian A : Item Demografi
- b) Bahagian B : Pengetahuan tentang perubahan iklim
- c) Bahagian C : Pengetahuan pedagogi umum
- d) Bahagian D : Pengetahuan pedagogi isi kandungan tentang perubahan iklim

Bahagian A terdiri daripada tujuh item maklumat demografi responden dan bahagian B mengandungi 18 item soalan mengenai perubahan iklim secara umum. Item dalam bahagian ini diadaptasi dan diubahsuai daripada *Six Americas' Survey* mengenai Komunikasi Perubahan Iklim (Seroussi et al., 2019). Bahagian C pula terdiri daripada 23 item soalan mengenai pengetahuan pedagogi umum guru manakala Bahagian D terdiri daripada 13 item soalan mengenai pengetahuan pedagogi kandungan berkaitan perubahan iklim. Bahagian C dan D adalah tentang PPIK. Skala Likert lima mata digunakan dalam pembinaan soal selidik bagi Bahagian B, C dan D kerana mempunyai nilai kebolehpercayaan yang tinggi. Bagi Bahagian B, mata skala Likert bermula dengan 1 iaitu sangat tidak setuju (STS) hingga 5 Sangat setuju (SS) manakala bagi Bahagian C dan D, mata skala Likert bermula dengan 1 iaitu sangat tidak kerap (STK) hingga mata 5 sangat kerap (SK).

Kesahan kandungan instrumen dinilai oleh dua orang pakar bersesuaian dengan bidang pendidikan sains dan pendidikan perubahan iklim ini. Pengubahsuaian item dalam instrumen kajian dilakukan selepas maklum balas daripada panel pakar diterima. Pengubahsuaian instrumen adalah berdasarkan cadangan yang diberikan. Instrumen ini melalui ujian kebolehpercayaan menggunakan Model alfa *Cronbach* yang terdapat dalam SPSS 28.0. Analisis kebolehpercayaan item dilaksanakan bahagian demi bahagian dan [Jadual 1](#) memperincikan analisis kebolehpercayaan pekali alfa *Cronbach* bagi kajian ini.

Jadual 1: Indeks pekali alfa *Cronbach* mengikut pecahan konstruk

Konstruk	Alfa <i>Cronbach</i> (n=30)	Bilangan item
Pengetahuan perubahan iklim	0.625	18
Pengetahuan pedagogi umum	0.934	23
Pengetahuan pedagogi isi kandungan	0.794	13

Nilai pekali alfa *Cronbach* bagi konstruk pengetahuan perubahan iklim adalah kurang dari 0.7 iaitu menunjukkan nilai bacaan yang sederhana (Hair et. al., 2006). Ini menunjukkan tahap kebolehpercayaan item adalah sederhana. Berdasarkan kepada nilai alfa *Cronbach* dari analisis setiap item yang dilakukan, sekiranya item ketiga digugurkan dari analisis tersebut, nilai pekali alfa tersebut menjadi 0.65 dan konstruk boleh digunakan untuk kajian sebenar. Bagi konstruk pengetahuan pedagogi umum, nilai bacaannya adalah terbaik ($\alpha=0.934$) dan pengetahuan pedagogi isi kandungan menunjukkan nilai bacaan baik ($\alpha=0.794$) dan kedua-duanya boleh digunakan dalam kajian sebenar.

3.4. Analisis data

Data kajian yang dikumpulkan terdiri daripada data kuantitatif yang diperoleh melalui borang soal selidik. Data yang di kumpul daripada 30 responden dianalisis menggunakan perisian *Statistical Packages for Social Science* (SPSS) versi 28.0. Analisis deskriptif

digunakan bagi melihat tahap pengetahuan guru dalam ketiga-tiga komponen PPIK tersebut menggunakan nilai peratusan.

4. Hasil Kajian

4.1. Demografi Responden Kajian

Berdasarkan [Jadual 2](#), bilangan responden yang terdiri daripada guru perempuan (86.7%) adalah lebih ramai berbanding responden guru lelaki (13.3%). Responden kajian mengikut pengkhususan ijazah pula terdiri daripada 10 orang (33.3%) guru dengan opsyen Fizik, sembilan orang (30%) dari opsyen Kimia dan Biologi dan lain-lain pengkhususan hanya terdiri daripada dua orang (2%). Responden berdasarkan pengalaman kerja pula, responden dari kalangan guru yang berpengalaman lebih daripada 10 tahun (70%) adalah lebih tinggi berbanding guru yang pengalamannya kurang dari 10 tahun (30%).

Jadual 2: Demografi responden kajian

Taburan Sampel Mengikut Kategori		Kekerapan	Peratusan
Jantina	Lelaki	4	13.3
	Perempuan	26	86.7
Pengkhususan	Fizik	10	33.3
	Kimia	9	30.0
	Biologi	9	30.0
	Lain-lain	2	6.7
Pengalaman Kerja	< 2 tahun	2	6.7
	2 – 5 tahun	1	3.3
	6 – 10 tahun	6	20.0
	11 – 15 tahun	12	40.0
	> 15 tahun	9	30.0

4.2. Tahap pengetahuan tentang perubahan iklim

[Jadual 3](#), [Jadual 4](#) dan [Jadual 5](#) menunjukkan soalan bagi menguji tahap pengetahuan responden guru tentang perubahan iklim secara umumnya. Berdasarkan dapatan tersebut, dua daripada 18 item menunjukkan 100% guru menjawab dengan betul iaitu setuju dengan item “Gas karbon dioksida merupakan salah satu gas rumah hijau” dan “Menanam pokok di kawasan persekitaran rumah boleh mengurangkan kesan perubahan iklim”. Sebilangan besar guru juga menjawab betul (sangat tidak setuju dan tidak setuju) bagi item 2 (73.4%), 4 (56.6%), 5 (43.3%) dan 8 (43.3%). Begitu juga dengan item 3, 6, 11, 14 dan 16 yang mana guru menjawab dengan betul. Peratusan guru bersetuju bagi item tersebut menunjukkan peratusan yang tinggi berbanding guru yang tidak setuju.

Enam daripada 18 item yang dijawab adalah salah iaitu peratus yang bersetuju dengan pernyataan itu adalah tinggi. Item tersebut ialah item 7 (90.0%), 10 (93.3%), 12 (66.7%), 13 (90%), 15 (66.6%) dan 17 (70%). Satu daripada 18 item pula iaitu item sembilan menunjukkan 53.3% guru tidak pasti dengan pernyataan tersebut. Kesimpulannya, tahap keyakinan guru terhadap pengetahuan punca, kesan dan langkah-langkah mengatasi perubahan iklim pada tahap sederhana.

Jadual 3 : Tahap pengetahuan tentang punca perubahan iklim

Bil	Item Pengetahuan tentang perubahan iklim	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
1.	Gas karbon dioksida merupakan salah satu gas rumah hijau.	-	-	-	10 (33.3)	20 (66.7)
2.	Gas karbon dioksida memudaratkan kepada tumbuh-tumbuhan.	8 (26.7)	14 (46.7)	2 (6.7)	3 (10.0)	3 (10.0)
3.	Tanpa manusia di bumi, kesan rumah hijau tidak akan berlaku.	1 (3.3)	5 (16.7)	5 (16.7)	10 (33.3)	9 (30.0)
4.	Punca utama kesan rumah hijau berlaku adalah disebabkan lubang pada lapisan ozon.	7 (23.3)	10 (33.3)	2 (6.7)	8 (26.7)	3 (10.0)
5.	Gas karbon dioksida lebih memudaratkan kepada iklim berbanding gas metana dalam kuantiti yang sama.	4 (13.3)	9 (30.0)	9 (30.0)	4 (13.3)	4 (13.3)
6.	Sebahagian gas rumah hijau mengekalkan sinaran haba Bumi.	1 (3.3)	1 (3.3)	2 (6.7)	16 (53.3)	10 (33.3)
7.	Perubahan iklim disebabkan oleh pembakaran bahan api fosil (contoh: arang batu, petroleum, dan gas petrol).	-	2 (6.7)	1 (3.3)	18 (60.0)	9 (30.0)
8.	Penggunaan sumber air yang berlebihan untuk pertanian dan domestik bukan punca kepada perubahan iklim.	4 (13.3)	9 (30.0)	5 (16.7)	9 (30.0)	3 (10.0)
9.	Perubahan iklim disebabkan oleh pembakaran hutan secara terbuka.	-	2 (6.7)	16 (53.3)	12 (40.0)	-

Jadual 4: Tahap pengetahuan tentang kesan perubahan iklim

Bil	Item Pengetahuan tentang perubahan iklim	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
10.	Perubahan iklim tidak membawa kesan kepada peningkatan paras air laut.	-	-	2 (6.7)	7 (23.3)	21 (70.0)
11.	Perubahan iklim ialah kesan kepada cuaca pada hari ini menjadi tidak menentu.	2 (6.7)	5 (16.7)	1 (3.3)	9 (30.0)	13 (43.3)
12.	Perubahan iklim membawa kesan kepada kesan rumah hijau.	-	9 (30.0)	1 (3.3)	12 (40.0)	8 (26.7)
13.	Perubahan iklim tidak membawa kesan kepada banjir kilat.	-	1 (3.3)	2 (6.7)	13 (43.3)	14 (46.7)

Jadual 5 : Tahap pengetahuan tentang langkah-langkah mengatasi perubahan iklim

Bil	Item Pengetahuan tentang perubahan iklim	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
14.	Langkah-langkah untuk mengurangkan kesan perubahan iklim ialah berjalan kaki atau menunggang basikal bagi jarak dekat.	1 (3.3)	2 (6.7)	2 (6.7)	14 (46.7)	11 (36.7)

15.	Amalan penjimatan elektrik dalam kehidupan seharian bukanlah langkah-langkah untuk mengurangkan kesan perubahan iklim.	4 (13.3)	5 (16.7)	1 (3.3)	7 (23.3)	13 (43.3)
16.	Langkah-langkah untuk mengurangkan kesan perubahan iklim ialah mengamalkan penjimatan air dalam kehidupan seharian.	1 (3.3)	3 (10.0)	5 (16.7)	13 (43.3)	8 (26.7)
17.	Amalan 3R (Guna semula, Kitar semula dan Kurangkan) tidak membantu dalam mengurangkan kesan perubahan iklim.	3 (10.0)	5 (16.7)	1 (3.3)	7 (23.3)	14 (46.7)
18.	Menanam pokok di kawasan persekitaran rumah boleh mengurangkan kesan perubahan iklim.	-	-	-	13 (43.3)	17 (56.7)

4.3. Tahap pengetahuan pedagogi umum

Berdasarkan [Jadual 6](#), item 1 hingga 3 merupakan subkonstruk kurikulum yang ingin melihat tahap pengetahuan guru dalam aspek kurikulumnya. Item 2 menunjukkan responden guru 100% bersetuju (setuju dan sangat setuju) dengan item “Saya tahu tujuan topik perubahan iklim dimasukkan dalam kurikulum sains”. Majoriti responden guru (item 1 - 90% dan item 3 - 93.4%) bersetuju dengan item 1 dan 3. Ini menunjukkan guru mempunyai pengetahuan dan tahu tentang objektif pembelajaran bagi topik perubahan iklim.

Jadual 6 : Tahap pengetahuan pedagogi umum (Pengetahuan kurikulum)

BIL	SOALAN	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
1.	Saya mempunyai pengetahuan yang mencukupi tentang topik perubahan iklim untuk melaksanakan PdPc.	-	2 (6.7)	1 (3.3)	23 (76.7)	4 (13.3)
2.	Saya tahu tujuan topik perubahan iklim dimasukkan dalam kurikulum sains	-	-	-	25 (83.3)	5 (16.7)
3.	Saya tahu objektif pembelajaran bagi topik perubahan iklim semasa proses PdPc	-	-	2 (6.7)	23 (76.7)	5 (16.7)

Item 4 hingga 11 dalam [Jadual 7](#) merujuk kepada aspek latar belakang murid, matlamat pengajaran dan kaedah penilaian. Sebilangan kecil guru tidak bersetuju dengan item 4 (3.3%) dan 7 (6.7%) iaitu berkaitan dengan pemilihan dan penggunaan pendekatan pengajaran. Walau bagaimanapun majoriti guru bersetuju memilih dan menggunakan pendekatan pengajaran yang sesuai untuk mengajar topik perubahan iklim. Majoriti guru bersetuju mengenal pasti kebolehan, kelebihan dan latar belakang murid dalam merancang pengajaran iaitu bagi item 5 dan 6. Bagi item 8 pula, hanya 10% guru tidak tahu kaedah penilaian untuk topik perubahan iklim. Tiga daripada sembilan item menunjukkan 100% guru bersetuju (setuju dan sangat setuju) bagi item 9, 10 dan 11 iaitu di bawah aspek matlamat pengajaran.

Jadual 7: Tahap pengetahuan pedagogi umum aspek latar belakang murid, matlamat pengajaran dan kaedah penilaian

BIL	SOALAN	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
4.	Saya memilih pendekatan pengajaran yang sesuai untuk mengajar topik perubahan iklim.	-	1 (3.3)	2 (6.7)	23 (76.7)	4 (13.3)
5.	Saya mengenal pasti kebolehan dan kelebihan murid saya untuk merancang strategi pengajaran berkaitan perubahan iklim	-	-	3 (10.0)	22 (73.3)	5 (16.7)
6.	Saya mengenal pasti latar belakang murid untuk membuat perancangan tugas yang akan diberikan berkaitan perubahan iklim	-	-	1 (3.3)	26 (86.7)	3 (10.0)
7.	Saya berpuas hati dengan strategi pengajaran yang digunakan untuk mengajar topik perubahan iklim.	-	2 (6.7)	3 (10.0)	23 (76.7)	2 (6.7)
8.	Saya tahu kaedah penilaian yang perlu dilaksanakan dalam proses PdPc bagi topik perubahan iklim.	-	3 (10.0)	3 (10.0)	21 (70.0)	3 (10.0)
9.	Saya tahu dan faham bahawa topik perubahan iklim penting dalam kurikulum sains.	-	-	-	25 (83.3)	5 (16.7)
10.	Saya menekankan kepentingan murid mempelajari topik perubahan iklim semasa PdPc dalam kelas.	-	-	-	25 (83.3)	5 (16.7)
11.	Saya menggalakkan murid untuk mengamalkan tingkah laku yang dapat memelihara alam sekitar ketika di rumah semasa sesi PdPc.	-	-	-	20 (66.7)	10 (33.3)

Item 12 hingga 23 dalam [Jadual 8](#) merujuk kepada aspek strategi dan pendekatan pengajaran yang digunakan semasa PdPc bagi topik perubahan iklim. Majoriti guru bersetuju dengan strategi pengajaran yang dinyatakan seperti di dalam item tersebut. Walaupun begitu, tiga daripada 12 item ini menunjukkan terdapat peratusan kecil guru tidak bersetuju dengan aktiviti pengajaran yang melibatkan penyelesaian masalah (3.3%), pembelajaran berasaskan projek (10%) dan pembinaan model teknologi hijau (10%). Semua item kecuali item 16 menunjukkan terdapat juga guru tidak pasti dengan penggunaan strategi pengajaran seperti yang dinyatakan.

Jadual 8: Tahap pengetahuan pedagogi umum dari aspek strategi dan pendekatan pengajaran

BIL	SOALAN	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
12.	Saya memulakan PdPc bagi topik perubahan iklim dengan aktiviti yang dapat mengenal pasti pengetahuan sedia ada murid.	-	-	1 (3.3)	23 (76.7)	6 (20.0)

13.	Saya menjalankan aktiviti penyelesaian masalah untuk topik perubahan iklim ketika PdPc.	-	1 (3.3)	2 (6.7)	24 (80.0)	3 (10.0)
14.	Saya menggunakan kaedah Pembelajaran Berasaskan Projek (<i>Project Based Learning</i>) bagi topik perubahan iklim semasa PdPc.	-	3 (10.0)	5 (16.7)	18 (60.0)	4 (13.3)
15.	Saya tahu bagaimana untuk mencabar pengetahuan murid saya tentang perubahan iklim dengan mengemukakan soalan aras tinggi (kaedah inkuiri).	-	-	5 (16.7)	22 (73.3)	3 (10.0)
16.	Saya memberi peluang kepada murid untuk menyatakan pendapat mereka dalam topik perubahan iklim semasa sesi PdPc.	-	-	-	24 (80.0)	6 (20.0)
17.	Saya membetulkan salah tanggapan murid tentang perubahan iklim semasa PdPc.	-	-	1 (3.3)	24 (80.0)	5 (16.7)
18.	Saya membawa pelbagai bahan bantu mengajar bagi topik perubahan iklim semasa PdPc. (Contoh bahan : gambar dan video berkaitan aktiviti manusia)	-	-	2 (6.7)	23 (76.7)	5 (16.7)
19.	Saya memberi tugas kepada murid untuk membina model teknologi hijau semasa PdPc.	-	3 (10.0)	5 (16.7)	16 (53.3)	6 (20.0)
20.	Saya menekankan kesan aktiviti manusia yang membawa kepada perubahan iklim semasa PdPc.	-	-	1 (3.3)	19 (63.3)	10 (33.3)
21.	Saya membuat sesi perbincangan dengan murid tentang tanggungjawab setiap murid dalam memelihara alam bagi mengurangkan kesan perubahan iklim semasa PdPc.	-	-	1 (3.3)	23 (76.7)	6 (20.0)
22.	Saya menilai tahap kefahaman murid di akhir sesi PdPc.	-	-	2 (6.7)	20 (66.7)	8 (26.7)
23.	Saya membuat penilaian sendiri selepas sesi PdPc.	-	-	2 (6.7)	24 (80.0)	4 (13.3)

Kesimpulannya, majoriti guru sains dapat menyatakan kurikulum, matlamat pengajaran, tugas, penilaian dan strategi pengajaran yang dilaksanakan di kelas serta bahan pengajaran bagi topik perubahan iklim.

4.4. Tahap pengetahuan pedagogi isi kandungan

Berdasarkan [Jadual 9](#), [Jadual 10](#) dan [Jadual 11](#), majoriti guru memilih bersetuju dan sangat setuju bagi semua item selain item 5 dengan tiga item menunjukkan 100% bersetuju iaitu item 1, 3 dan 4. Item 5 ini menunjukkan 40% guru tidak menjalankan aktiviti melibatkan penulisan jurnal harian murid bagi mengira jejak kaki karbon. Selain itu, terdapat juga sebilangan kecil guru yang tidak pasti dengan penggunaan strategi pengajaran yang digunakan dalam pengajaran topik berkaitan perubahan iklim.

Jadual 9: Tahap pengetahuan pedagogi isi kandungan pemanasan global

BIL	SOALAN	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
1.	Saya memberi peluang kepada murid untuk menyuarakan punca pemanasan global berlaku.	-	-	-	25 (83.3)	5 (16.7)
2.	Saya menjalankan aktiviti <i>Problem Based Learning</i> untuk murid memikirkan cara mengatasi pemanasan global.	-	3 (10.0)	3 (10.0)	18 (60.0)	6 (20.0)
3.	Saya menjalankan sesi perbincangan terbuka untuk murid menjelaskan tanggungjawab mereka dalam mengurangkan kesan pemanasan global.	-	-	-	24 (80.0)	6 (20.0)

Jadual 10 : Tahap pengetahuan pedagogi isi kandungan gas rumah hijau

BIL	SOALAN	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
4.	Saya menggunakan peralatan teknologi (komputer, tablet, telefon pintar, kamera, projektor) semasa menunjukkan punca pembebasan gas rumah hijau.	-	-	-	21 (70.0)	9 (30.0)
5.	Saya menjalankan aktiviti menulis jurnal harian murid bagi mengira jejak kaki karbon.	5 (16.7)	7 (23.3)	7 (23.3)	11 (36.7)	-
6.	Saya menjalankan aktiviti berbahas tentang tanggungjawab individu dan cara mengurangkan pembebasan gas Rumah Hijau.	1 (3.3)	2 (6.7)	5 (16.7)	21 (70.0)	1 (3.3)
7.	Saya meminta murid untuk membuat folio bagi mencadangkan langkah mengurangkan pembebasan gas rumah hijau.	2 (6.7)	3 (10.0)	3 (10.0)	19 (63.3)	3 (10.0)
8.	Saya menjalankan aktiviti penghasilan video menunjukkan kesan, punca, dan langkah mengatasi masalah berkaitan gas rumah hijau.	1 (3.3)	2 (6.7)	4 (13.3)	19 (63.3)	4 (13.3)

Jadual 11 : Tahap pengetahuan pedagogi isi kandungan berkaitan gas karbon, langkah mengatasi dan penilaian

BIL	SOALAN	Bilangan (Peratusan)				
		1 (STS)	2 (TS)	3 (TP)	4 (S)	5 (SS)
9.	Saya menggalakkan murid untuk terlibat dengan kempen jimat elektrik.	-	-	2 (6.7)	21 (70.0)	7 (23.3)
10.	Saya menjalankan aktiviti kajian tempatan untuk mengenal pasti punca,	2 (6.7)	3 (10.0)	3 (10.0)	19 (63.3)	3 (10.0)

	kesan dan langkah mengatasi masalah pencemaran air dan udara.					
11.	Saya menggunakan rajah atau carta untuk menunjukkan kitar karbon.	-	-	2 (6.7)	23 (76.7)	5 (16.7)
12.	Saya menjalankan aktiviti perbincangan dalam kumpulan bagi mengenal pasti aktiviti yang meningkatkan jumlah gas karbon dalam atmosfera.	1 (3.3)	1 (3.3)	1 (3.3)	22 (73.3)	5 (16.7)
13.	Saya membuat penilaian kefahaman murid berdasarkan pembentangan tugas.	1 (3.3)	-	2 (6.7)	22 (73.3)	5 (16.7)

Secara keseluruhannya, dapatan ini menunjukkan guru-guru daripada sampel ini jelas dan tahu dengan isi kandungan dan strategi yang sesuai untuk pengajaran topik di bawah perubahan iklim dalam subjek Sains.

5. Perbincangan Kajian

Dalam menguji tahap pengetahuan tentang perubahan iklim guru, dapatan kajian yang diperoleh menunjukkan tahap pengetahuan guru terhadap perubahan iklim pada tahap sederhana. Ini selari dengan kajian yang dijalankan sebelum ini yang menyatakan guru kurang pengetahuan tentang perubahan iklim (Alkather, 2020; Boon, 2014; Herman et al., 2015). Selain itu, dapatan kajian juga turut seiring dengan Hebe (2020) yang menunjukkan guru tidak berupaya menyatakan langkah mengatasi pemanasan global. Berdasarkan soal selidik yang dijalankan, sebilangan besar guru memilih "Tidak Pasti" untuk soalan tersebut. Ini menunjukkan pengetahuan guru masih pada tahap sederhana dan keyakinan guru dalam menjawab soalan berkaitan pengetahuan perubahan iklim adalah rendah. Pengetahuan guru yang kurang dalam topik perubahan iklim ini menyumbang kepada ketidaksediaan guru dalam mengajar sains perubahan iklim (Nation & Feldman, 2021).

Bagi tahap pengetahuan pedagogi umum, dapatan menunjukkan tahap pengetahuan guru adalah tinggi. Ini bertepatan dengan kajian lalu yang menunjukkan guru diberi latihan yang mencukupi berkaitan pedagogi umum. Antara sumber pengetahuan pedagogi umum yang diperoleh oleh guru adalah melalui refleksi dan komunikasi dengan rakan sekerja (Wei, Chen, & Chen, 2019). Pengetahuan terhadap pedagogi umum yang tinggi menunjukkan guru ini berjaya memotivasikan murid untuk menguasai sesuatu pengajaran itu.

Namun begitu, terdapat juga guru yang tidak pasti dengan pemilihan kaedah pengajaran dan penilaian topik perubahan iklim. Kurang daripada sepuluh peratus guru ini memilih tidak pasti. Ini mungkin disebabkan guru tersebut tidak mengambil kira latar belakang murid dalam merancang pengajarannya dan hanya berfokus kepada matlamat pengajaran tanpa mengambil kira faktor murid tersebut seperti mana kajian lepas yang menyatakan bahawa guru juga perlu mengetahui latar belakang murid (Malva et al., 2021).

Dalam komponen pengetahuan pedagogi isi kandungan, tahap pengetahuan yang tinggi menunjukkan pengajaran guru dianggap berkesan (Abell et al., 2009) dalam menyampaikan topik berkaitan perubahan iklim. Apabila guru berjaya mengintegrasikan pengetahuan isi kandungan dan pengetahuan tentang pedagogi, pengajaran guru akan

menjadikan sesuatu pembelajaran itu lebih mudah untuk difahami dan diterima oleh murid (Breslyn & Drewes, 2017; Kunkle & Monroe, 2018).

6. Kesimpulan

Kesimpulannya, pedagogi isi kandungan dalam pengajaran topik perubahan iklim perlu dikuasai oleh guru. Dengan pengetahuan inilah, seseorang guru dapat memilih kaedah pengajaran yang berkesan mengikut keperluan murid di dalam bilik darjah dalam menyampaikan pengajaran berkaitan perubahan iklim. Di samping itu, melalui maklumat berkaitan tahap pengetahuan guru dalam komponen isi kandungan, pedagogi umum dan pengetahuan pedagogi isi kandungan membolehkan pihak kementerian bergerak dalam merangka latihan pembangunan profesional guru bagi meningkatkan lagi kualiti pengajaran guru dalam topik perubahan iklim. Pengetahuan ini juga membantu guru-guru sumber dalam menyediakan modul berkaitan pendidikan perubahan iklim bagi membantu guru yang memerlukan bantuan dalam merancang pengajaran pendidikan perubahan iklim ini. Walau pun begitu, pengetahuan yang di buat ini secara soal selidik sahaja iaitu melibatkan persepsi guru itu sendiri dan tidak melihat proses pengajaran itu berlangsung. Justeru itu, kajian lanjutan yang dicadangkan di masa hadapan sekiranya ingin mengenal pasti pengetahuan guru perlu disusuli dengan membuat pemerhatian ketika pengajaran berkaitan perubahan iklim berlangsung di dalam kelas.

Kelulusan Etika dan Persetujuan untuk Menyertai Kajian (*Ethics Approval and Consent to Participate*)

Para penyelidik menggunakan garis panduan etika penyelidikan yang disediakan oleh Jawatankuasa Etika Penyelidikan Universiti Kebangsaan Malaysia (RECUKM). Semua prosedur yang dilakukan dalam kajian ini yang melibatkan subjek manusia telah dijalankan mengikut piawaian etika jawatankuasa penyelidikan institusi. Kebenaran dan persetujuan mengikuti kajian turut diperoleh daripada semua peserta kajian.

Penghargaan (*Acknowledgement*)

Setinggi-tinggi penghargaan diucapkan kepada pensyarah penyelia, Prof. Dr. Lilia Halim kerana sentiasa memberikan tunjuk ajar tanpa jemu. Tidak lupa juga kepada pusat pengajian saya iaitu Fakulti Pendidikan, Universiti Kebangsaan Malaysia yang telah menyediakan platform ini. Akhir sekali, jutaan terima kasih diucapkan kepada para responden bagi menjawab instrumen kajian yang disediakan dan menjayakan kajian ini.

Kewangan (*Funding*)

Kajian dan penerbitan ini tidak menerima sebarang tajaan dan bantuan kewangan dari mana-mana pihak.

Konflik Kepentingan (*Conflict of Interest*)

Penulis melaporkan tiada sebarang konflik kepentingan berkenaan penyelidikan, pengarang atau penerbitan kajian ini.

Rujukan

- Abell, S. K., Rogers, M. A. P., Hanuscin, D. L., Lee, M. H., & Gagnon, M. J. (2009). Preparing the next generation of science teacher educators: A model for developing PCK for teaching science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1007/s10972-008-9115-6>
- Alkahr, I. (2020). *Climate Literacy and Environmental Activism*. Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71063-1_139-1
- Anyanwu, R., le Grange, L., & Beets, P. (2015). Climate change science: The literacy of geography teachers in the Western Cape Province, South Sfrica. *South African Journal of Education*, 35(3). <https://doi.org/10.15700/saje.v35n3a1160>
- Boon, H. J. (2014). Climate change ignorance: an unacceptable legacy. *Australian Educational Research*, 42, 405-427. <https://doi.org/10.1007/s13384-014-0156-x>
- Breslyn, W., & Drewes, A. (2017). An Empirically-Based Conditional Learning Progression for Climate Change. *Science Education International*, 28(3), 214–223. <https://doi.org/10.33828/sei.v28.i3.5>
- Budziszewska, M., & Głód, Z. (2021). “These Are the Very Small Things That Lead Us to That Goal”: Youth Climate Strike Organizers Talk about Activism Empowering and Taxing Experiences. *Sustainability (Switzerland)*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/su131911119>
- Carlsen, W. S. (1999). Domains of teacher knowledge. Dlm. Gess-Newsome, J. & Lederman, N.G. (pnyt.). *Examining Pedagogical Content Knowledge*, hlm. 133-144. Dordrecht/Boston: Kluwer Academic Publishers
- Chang, C. H., Pascua, L., & Ess, F. (2018). Closing the “Hole in the Sky”: The Use of Refutation-Oriented Instruction to Correct Students’ Climate Change Misconceptions. *Journal of Geography*, 117(1), 3–16. <https://doi.org/10.1080/00221341.2017.1287768>
- Chang, C.-H., & Pascua, L. (2015). “The Hole in the Sky Causes Global Warming”: A Case Study of Secondary School Students’ Climate Change Alternative Conceptions. *Review of International Geographical Education Online (RIGEO)*, 5(3), 316–331. www.rigeo.org
- Jong, D. O. (2003). Exploring Science Teachers’ Pedagogical Content Knowledge. In: Psillos, D., Kariotoglou, P., Tselfes, V., Hatzikraniotis, E., Fassoulopoulos, G., Kallery, M. (eds) *Science Education Research in the Knowledge-Based Society*. Springer, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-0165->
- Ejphoh, U. I., & Ekphoh, I. J. (2011). Assessing the Level of Climate Change Awareness among Secondary School Teachers in Calabar Municipality, Nigeria: Implication for Management Effectiveness. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(3).
- Farmer, G. T., & Cook, J. (2013). *Climate change science: A modern synthesis: Volume 1 - The physical climate*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-5757-8>
- Favier, T., van Gorp, B., Cyvin, J. B., & Cyvin, J. (2021). Learning to teach climate change: students in teacher training and their progression in pedagogical content knowledge. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(4), 594–620. <https://doi.org/10.1080/03098265.2021.1900080>
- Feja, K., Lütje, S., Neumann, L., Mönter, L., Otto, K. H., & Siegmund, A. (2019). Climate changes cities—A project to enhance students’ evaluation and action competencies concerning climate change impacts on cities. *Addressing the Challenges in Communicating Climate Change Across Various Audiences*, 159-174. https://doi.org/10.1007/978-3-319-98294-6_11

- Fleming, W., Hayes, A. L., Crosman, K. M., & Bostrom, A. (2021). Indiscriminate, Irrelevant, and Sometimes Wrong: Causal Misconceptions about Climate Change. *Risk Analysis*, *41*(1), 157–178. <https://doi.org/10.1111/risa.13587>
- Flora, J. A., Saphir, M., Lappé, M., Roser-Renouf, C., Maibach, E. W., & Leiserowitz, A. A. (2014). Evaluation of a national high school entertainment education program: The Alliance for Climate Education. *Climatic Change*, *127*(3–4). <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1274-1>
- García Vinuesa, A., Rui Mucova, S. A., Azeiteiro, U. M., Meira Cartea, P. Á., & Pereira, M. (2022). Mozambican students' knowledge and perceptions about climate change: an exploratory study in Pemba City. *International Research in Geographical and Environmental Education*, *31*(1). <https://doi.org/10.1080/10382046.2020.1863671>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. & Tatham, R. L. (2006). *Multivariate Data Analysis*. Sixth Edition. Pearson International Edition, New Jersey.
- Hebe, H. (2020). In-service teachers' knowledge and misconceptions of global warming and ozone layer depletion: A case study. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, *8*(1), 133–149. <https://doi.org/10.17478/jegys.618491>
- Herman, B. C., Feldman, A., & Vernaza-Hernandez, V. (2015). Florida and Puerto Rico Secondary Science Teachers' Knowledge and Teaching of Climate Change Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9706-6>
- Hoffman, J. (2019). Imagining 2060: A cross-cultural comparison of university students' perspectives. *Journal of Futures Studies*, *23*(4). [https://doi.org/10.6531/JFS.201906_23\(4\).0007](https://doi.org/10.6531/JFS.201906_23(4).0007)
- IPCC. (2001). Climate Change 2001. Synthesis Report. IPCC Third Assessment Report (TAR). *Ippc*.
- IPCC. (2007). Climate Change 2007 Synthesis Report. In *Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team IPCC]*. <https://doi.org/10.1256/004316502320517344>
- IPCC. (2014). IPCC Fifth Assessment Synthesis Report-Climate Change 2014 Synthesis Report. *IPCC Fifth Assessment Synthesis Report-Climate Change 2014 Synthesis Report*.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Columbia University, Teachers College Press.
- Jacobson, Susan K., Mallory D. McDuff, & Martha C. Monroe. (2015). *Conservation Education and Outreach Techniques*. 2nd edition. Oxford: Oxford University Press.
- Jang, S. J., Guan, S. Y. & Hsieh, H. F. (2009). Developing an instrument for assessing college students' perceptions of teachers' pedagogical content knowledge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *1*(1), 596-606.
- Kagawa, F., & Selby, D. (2012). Ready for the Storm: Education for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation and Mitigation. *Journal of Education for Sustainable Development*, *6*(2). <https://doi.org/10.1177/0973408212475200>
- Kolenatý, M., Kroufek, R., & Činčera, J. (2022). What Triggers Climate Action: The Impact of a Climate Change Education Program on Students' Climate Literacy and Their Willingness to Act. *Sustainability (Switzerland)*, *14*(16). <https://doi.org/10.3390/su141610365>
- König, J., Bremerich-Vos, A., Buchholtz, C., & Glutsch, N. (2020). General pedagogical knowledge, pedagogical adaptivity in written lesson plans, and instructional practice among preservice teachers. *Journal of Curriculum Studies*, *52*(6), 800–822. <https://doi.org/10.1080/00220272.2020.1752804>

- König, J., & Pflanzl, B. (2016). Is teacher knowledge associated with performance? On the relationship between teachers' general pedagogical knowledge and instructional quality. *European Journal of Teacher Education*, 39(4), 419–436. <https://doi.org/10.1080/02619768.2016.1214128>
- Kovács, J., Medvés, D., & Pántya, J. (2020). To shine or not to shine?—The relationship between environmental knowledge of preteens and their choice among plastic and non-plastic materials for a manual task. *Environmental Education Research*, 26(6), 849–863. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1752363>
- Kunkle, K. A., & Monroe, M. C. (2018). Cultural cognition and climate change education in the U.S.: why consensus is not enough. *Environmental Education Research*, 25(5), 633–655. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1465893>
- Kuthe, A., Keller, L., Körfgen, A., Stötter, H., Oberrauch, A., & Höferl, K. M. (2019). How many young generations are there?—A typology of teenagers' climate change awareness in Germany and Austria. *Journal of Environmental Education*, 50(3). <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1598927>
- Lehnert, M., Fiedor, D., Frajer, J., Hercik, J., & Jurek, M. (2020). Czech students and mitigation of global warming: beliefs and willingness to take action. *Environmental Education Research*, 26(6). <https://doi.org/10.1080/13504622.2019.1694140>
- MacKay, M., Parlee, B., & Karsgaard, C. (2020). Youth engagement in climate change action: Case study on indigenous youth at COP24. *Sustainability (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/SU12166299>
- Malva, L., Leijen, Ä., & Arcidiacono, F. (2021). Identifying teachers' general pedagogical knowledge: A video stimulated recall study. *Educational Studies*, 1-26. <https://doi.org/10.1080/03055698.2021.1873738>
- Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekçi, O., Yu, R., Zhou, B. & (eds.). (2021). IPCC, 2021: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.
- Monroe, M. C., Plate, R. R., Oxarart, A., Bowers, A., & Chaves, W. A. (2019). Identifying effective climate change education strategies: a systematic review of the research. *Environmental Education Research*, 25(6), 791–812. <https://doi.org/10.1080/13504622.2017.1360842>
- Nation, M. T., & Feldman, A. (2021). Environmental Education in the Secondary Science Classroom: How Teachers' Beliefs Influence Their Instruction of Climate Change. *Journal of Science Teacher Education*, 32(5), 481–499. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1854968>
- Otto, I. M., Donges, J. F., Cremades, R., Bhowmik, A., Hewitt, R. J., Lucht, W., & Lenferna, A. (2020). Social tipping dynamics for stabilizing earth's climate by 2050. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(5), 2354–2365.
- Plutzer, E., & Hannah, A. L. (2018). Teaching climate change in middle schools and high schools: investigating STEM education's deficit model. *Climatic Change*, 149(3–4). <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2253-8>
- Plutzer, E., McCaffrey, M., Hannah, A. L., Rosenau, J., Berbeco, M., & Reid, A. H. (2016). Climate confusion among US teachers. *Science*, 351(6274), 664–665. <https://doi.org/10.1126/science.aab3907>
- Porter, D., Andrew, J. W., & Helen, R. (2012). "Assessing Students' Learning about Fundamental Concepts of Climate Change under Two Different Conditions." *Environmental Education Research*, 18(5), 665–686. doi:10.1080/13504622.2011.640750.
- Pratt, D. (1980). *Curriculum design and development*. International edition. USA: Halcourt Brace Jovonarich.

- Ratinen, I. (2021). Students' knowledge of climate change, mitigation and adaptation in the context of constructive hope. *Education Sciences*, 11(3). <https://doi.org/10.3390/educsci11030103>
- Ratinen, I., & Uusiautti, S. (2020). Finnish students' knowledge of climate change mitigation and its connection to hope. *Sustainability (Switzerland)*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/su12062181>
- Ratinen, I., Viiri, J., & Lehesvuori, S. (2013). Primary School Student Teachers' Understanding of Climate Change: Comparing the Results Given by Concept Maps and Communication Analysis. *Research in Science Education*, 43(5), 1801–1823. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9329-7>
- Ratinen, I., & Pahtaja, R. (2020). Primary school students' experience solution-oriented on the implementation of climate education: Observations on learning and emotions. *Ainedidaktikka*, 4, 2-20.
- Satriadi, S., Liliawati, W., Hasanah, L., & Samsudin, A. (2019). K-12 students' misconception ability on global warming: A case study. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052056>
- Seroussi, D.-E., Rothschild, N., Kurzbaum, E., Yaffe, Y., & Hemo, T. (2019). Teachers' Knowledge, Beliefs, and Attitudes about Climate Change. *International Education Studies*, 12(8), 33. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n8p33>
- Setiani, P. (2020). *Sains perubahan iklim*. PT Bumi Aksara.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Tilbury, D. (2015). Education for sustainability. *Foro de Educación*, (19), 7-10. Putri Setiani, Lia Inarotut Darojah. 2020. *Sains Perubahan Iklim*. PT Bumi Aksara hlm 1 (Buku)
- Tolppanen, S., Claudelin, A., & Kang, J. (2021). Pre-service Teachers' Knowledge and Perceptions of the Impact of Mitigative Climate Actions and Their Willingness to Act. *Research in Science Education*, 51(6). <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09921-1>
- Trendell Nation, M. (2017). How Teachers' Beliefs about Climate Change Influence Their Instruction, Student Understanding, and Willingness to Take Action. *ProQuest LLC*, 79(1-A(E)), No-Specified. <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=psyc15&NEWS=N&AN=2017-54450-114>
- Tuan, H. L., Chang, H. P. & Wang, K. H. (2000). The development of an instrument for assessing students' perceptions of teachers' knowledge. *International Journal of Science Education*. 22(4), 385-398
- United Nations. (2015). *Division for Sustainable Development Goals – DSDG. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.
- Wei, B., S. Chen, and B. Chen. 2019. "An investigation of sources of science teachers' practical knowledge of teaching with practical work." *Int J of Sci and Math Educ*, 17(4), 723–738. doi:10.1007/s10763-018-9886-y.