



**MENEROKA PEMAHAMAN KEMAHIRAN SAINTIFIK MELALUI AMALI
BIOLOGI HIBRID DALAM KALANGAN MURID TINGKATAN EMPAT DI
SELANGOR, MALAYSIA**

Oleh

NAZIHAH BINTI IDRIS

**Tesis yang dikemukakan kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti
Putra Malaysia, sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains**

November 2022

FPP 2022 55

HAK CIPTA

Semua bahan yang terkandung dalam tesis ini, termasuk teks tanpa had, logo, iklan, gambar dan semua karya seni lain, adalah bahan hak cipta Universiti Putra Malaysia kecuali dinyatakan sebaliknya. Penggunaan mana-mana bahan yang terkandung dalam tesis ini dibenarkan untuk tujuan bukan komersil daripada pemegang hak cipta. Penggunaan komersil bahan hanya boleh dibuat dengan kebenaran bertulis terdahulu yang nyata daripada Universiti Putra Malaysia.

Hak Cipta © Universiti Putra Malaysia



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia
sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains

**MENEROKA PEMAHAMAN KEMAHIRAN SAINTIFIK MELALUI AMALI
BIOLOGI HIBRID DALAM KALANGAN MURID TINGKATAN EMPAT DI
SELANGOR, MALAYSIA**

Oleh

NAZIHAH BINTI IDRIS

November 2022

Pengerusi : Othman bin Talib, PhD
Fakulti : Pengajian Pendidikan

Biologi ialah satu disiplin ilmu yang berorientasikan amali. Amali merupakan aktiviti teras dalam proses pembelajaran Biologi yang mengutamakan kaedah penyiasatan dan penyelesaian masalah dengan mengaplikasikan kemahiran saintifik. Kemahiran saintifik menggabungkan kemahiran proses sains dan kemahiran manipulatif. Kemahiran saintifik memberi pendedahan kepada murid tentang kaedah dan pembangunan pengetahuan saintifik. Walau bagaimanapun, pendedahan terhadap pelaksanaan amali Biologi dalam membina pengetahuan murid tidak berlaku secara komprehensif. Terdapat beberapa perkara yang dikenal pasti menghalang pelaksanaan amali yang bermakna seperti pelaksanaan amali berpusatkan guru, radas dan bahan di makmal yang ada tidak mencukupi dan kekangan masa pelaksanaan amali di sekolah. Oleh itu, pemupukan kemahiran saintifik secara praktikal dalam amali Biologi adalah penting bagi membolehkan murid merealisasikan sepenuhnya objektif pembelajaran Biologi. Objektif kajian ini adalah untuk meneroka pemahaman murid terhadap kemahiran saintifik dalam konteks pelaksanaan amali Biologi secara pembelajaran hibrid dalam kalangan murid Tingkatan Empat aliran Sains, Teknologi, Matematik dan Kejuruteraan (STEM) di Selangor. Amali Biologi Hibrid menggunakan Model 5P Pendidikan Sains Berasaskan Inkuiri (PBSI) dari teori Konstruktivisme dan Model Visual, Auditori, Kinestetik dan Taktikal (VAKT) sebagai rangka utama dalam pelaksanaan amali sendiri secara pembelajaran hibrid yang mengintegrasikan penggunaan Teknologi, Maklumat dan Komunikasi (TMK). Kajian ini dijalankan menggunakan kaedah penyelidikan kualitatif dengan pendekatan fenomenologi dalam meneroka pengalaman murid yang menjalankan Amali Biologi Hibrid (ABH) di kediaman masing-masing. Sejumlah enam orang peserta kajian telah terlibat dalam kajian ini setelah data mencapai titik tepu. Pengumpulan data dilakukan melalui temu bual separa berstruktur, bahan audio visual dan analisis dokumen. Data transkripsi temu bual yang diperoleh telah dianalisis dengan menggunakan

teknik analisis tematik dalam pembentukan kod, kategori dan tema bagi menjawab setiap persoalan kajian. Berdasarkan dapatan kajian, persoalan kajian yang pertama menghasilkan tiga tema iaitu penyelesaian masalah bersistematik, penaaakulan saintifik dan efikasi sendiri. Persoalan kajian yang kedua menghasilkan dua tema iaitu urutan kemahiran proses sains dan mengorganisasi kemahiran manipulatif. Persoalan kajian yang ketiga pula menghasilkan tiga tema iaitu pembelajaran berstrategi, pembelajaran sendiri dan sokongan keluarga serta interaksi guru dan rakan sebaya. Dapatan tema utama dalam kajian ini melibatkan aspek domain afektif, domain kognitif, domain psikomotor dan domain praktis. Aspek domain afektif memberi makna kemahiran saintifik berdasarkan tingkah laku kesedaran, tanggungjawab dan nilai. Aspek domain kognitif melibatkan proses sintesis dan analisis pemikiran murid dalam pemerolehan pengetahuan melalui pengetahuan kemahiran saintifik. Aspek domain psikomotor menerangkan tentang amalan kemahiran saintifik yang diperoleh oleh murid melalui pelaksanaan ABH. Pembangunan kemahiran saintifik yang berlaku pada murid melalui pelaksanaan ABH adalah berdasarkan aspek domain praktis. Kajian ini memberi implikasi terhadap amalan pihak sekolah dan juga guru dalam menambah baik strategi pedagogi seiring perkembangan semasa pembelajaran Biologi melalui pemupukan kemahiran saintifik. Pengkaji mencadangkan penyelidikan masa depan untuk mengkaji secara empirikal tentang persekitaran pembelajaran amali Biologi secara pelaksanaan pembelajaran hibrid terhadap orientasi matlamat murid, persepsi murid, kualiti penglibatan murid-guru dan penilaian usaha murid dalam melahirkan murid yang lebih menghayati kemahiran saintifik.

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Putra Malaysia in
fulfilment of the requirement for the degree of Master of Science

**UNDERSTANDING OF SCIENTIFIC SKILLS THROUGH HYBRID
PRACTICAL BIOLOGY AMONG STUDENTS OF FORM FOUR IN
SELANGOR, MALAYSIA**

By

NAZIHAH BINTI IDRIS

November 2022

Chairman : Othman bin Talib, PhD
Faculty : Educational Studies

Biology is a practice-oriented discipline of knowledge. Practical activity is the core of the Biology learning process which prioritizes investigation methods and problem-solving by applying scientific skills. Scientific skills combine science process skills and manipulative skills. Scientific skills give students exposure to the methods and development of scientific knowledge. However, exposure to the implementation of Biology practices in building students' knowledge does not occur comprehensively. There are factors that hinder the meaningful implementation of practical activity such as teacher-centered practices, insufficient apparatus and materials in the laboratory and the time constraints implementation in schools. Therefore, it is important to emphasize the cultivation of practical scientific skills in practical Biology to enable students to fully realize the objectives of learning Biology. The objective of this study is to explore students' understanding of scientific skills in the context of the implementation of practical Biology through hybrid learning among Form Four students in Science, Technology, Mathematics and Engineering (STEM) streams in Selangor. Practical Hybrid Biology (ABH) uses the Model of Inquiry-Based Science Education (IBSE) from Constructivism theory and the Visual, Auditory, Kinesthetic and Tactical (VAKT) Model as the main framework in the implementation of self-practice through hybrid learning that integrates the use of Information and Communication Technology (ICT). This study was conducted using qualitative research methods with a phenomenological approach in exploring the experiences of students who carry out ABH in their respective homes. A total of six study participants were involved in this study after the data reached saturation point. Data collection was done through semi-structured interviews, audio visual materials and document analysis. The transcription of the interview data obtained was analyzed using thematic analysis techniques in the formation of codes, categories and themes to answer each research questions. Based on the findings of the study, the first research question

produced three themes which are systematic problem solving, scientific reasoning and self-efficacy. The second research question produced two themes, namely the sequence of science process skills and organizing manipulative skills. The third research question resulted in three themes, namely strategic learning, self-learning and family support as well as teacher and peer interaction. Findings of the main themes in this study involve aspects of the affective domain, the cognitive domain, the psychomotor domain and the practical domain. Aspect of the affective domain gives meaning to scientific skills based on the behavior of awareness, responsibility and values. Aspect of the cognitive domain involves the process of synthesis and analysis of students' thoughts in the acquisition of knowledge through knowledge of scientific skills. The aspect of the psychomotor domain describes the practice of scientific skills acquired by students through the implementation of ABH. The development of scientific skills that occurs in students through the implementation of ABH is based on aspects of the practical domain. This study gives implications on schools and teachers in improving pedagogical strategies along with the current development of Biology learning through the cultivation of scientific skills. The researcher suggests future research to empirically examine the learning environment of Biology practice through the implementation of hybrid learning, students' orientation goals, students' perceptions, the quality of students-teacher's involvement and the evaluation of students' efforts in producing students who are appreciative of scientific skills.

PENGHARGAAN

Segala pujian dan rasa syukur yang tidak terhingga dipanjatkan kepada Allah S.W.T kerana dengan izin-Nya jua maka tesis ini dapat disempurnakan. Pelbagai pengalaman dikutip di sepanjang kembara ilmu ini menginsafkan diri betapa luasnya lautan ilmu kepunyaan Yang Esa dan betapa kerdilnya diri sebagai pencari ilmu. Sekalung penghargaan diucapkan kepada Dr. Othman bin Talib, Dr. Fazilah binti Razali, Prof Madya Dr. Mohd Murshid bin Arshad, di atas bimbingan, nasihat, kritikan dan komen yang diberikan sepanjang perjalanan menyiapkan tesis ini. Keluangan masa dan komitmen yang diberikan hanya Allah sahaja yang mampu membalasnya. Terima kasih yang tidak terhingga juga kepada pihak Kementerian Pendidikan dan Universiti Putra Malaysia kerana memberi ruang untuk saya menyambung pengajian ke peringkat Sarjana ini.

Penghargaan khusus ditujukan untuk ayahanda dan bonda di atas sokongan dan dorongan yang sentiasa diberikan. Tidak dilupakan ayahanda mertua dan bonda mertua, yang sentiasa mendoakan. Seterusnya khas buat suami tercinta sebagai tulang belakang utama dan anak-anak tersayang, terima kasih yang tidak terhingga, semoga keluarga kita sentiasa dirahmati-Nya.

Akhirnya, ucapan penghargaan ini juga ditujukan kepada semua rakan-rakan seangkatan yang sentiasa menyokong satu sama lain khususnya Haryati binti Kamarrudin, Nik Mawar Hanifah binti Nik Hassan, Aidatul Shima binti Ismail, Norhafizan binti Abdul Wahab, Haza Hafeez bin Borhan dan ramai lagi tidak dapat diungkapkan satu persatu nama, namun sentiasa terpahat di hati. Alangkah indahnya ukhuwah yang terbina. Tidak dilupakan kepada semua peserta kajian, pengetua, pihak pengurusan sekolah, pihak kementerian dan JPN yang terlibat dalam penyelidikan ini. Bantuan yang dihulurkan bagi memudahkan proses penyelidikan ini amat dihargai dan didoakan kebaikan daripada-Nya.

Tesis ini telah dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi syarat keperluan untuk ijazah Master Sains. Ahli-ahli Jawatankuasa Penyelesaian adalah seperti berikut:

Othman bin Talib, PhD
Pensyarah Kanan
Fakulti Pengajian Pendidikan
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Fazilah binti Razali, PhD
Pensyarah Kanan
Fakulti Pengajian Pendidikan
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

ZALILAH MOHD SHARIFF, PhD
Profesor dan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Date: 09 Mac 2023

Perakuan Ahli Jawatankuasa Penyelidikan

Dengan ini diperakukan bahawa:

- penyelidikan dan penulisan tesis ini adalah di bawah seliaan kami;
- tanggungjawab penyeliaan sebagaimana yang dinyatakan dalam Universiti Putra Malaysia (Pengajian Siswazah) 2003 (Semakan 2012-2013) telah dipatuhi.

Tandatangan: _____

Nama Pengerusi

Jawatankuasa

Penyeliaan: Dr. Othman Talib

Tandatangan: _____

Nama Ahli

Jawatankuasa

Penyeliaan: Dr. Fazillah Razali

ISI KANDUNGAN

	Muka Surat
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PENGHARGAAN	v
PENGESAHAN	vi
PERAKUAN	ix
SENARAI JADUAL	xiii
SENARAI RAJAH	xv
SENARAI LAMPIRAN	xvii
SENARAI SINGKATAN	xviii
BAB	
1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Latar belakang kajian	1
1.3 Pernyataan masalah	5
1.4 Tujuan kajian	8
1.5 Objektif kajian	8
1.6 Persoalan kajian	8
1.7 Kepentingan kajian	8
1.7.1 Perkembangan amalan dalam pengajaran	8
1.7.2 Perkembangan model dan teori	9
1.8 Skop dan batasan kajian	10
1.9 Definisi istilah	10
1.9.1 Mata pelajaran Biologi	10
1.9.2 Amali	11
1.9.3 Pembelajaran hibrid	11
1.9.4 Kemahiran saintifik	12
1.10 Kesimpulan	12
2 SOROTAN LITERATUR	13
2.1 Pengenalan	13
2.2 Kemahiran saintifik dalam Biologi	13
2.2.1 Kemahiran proses sains dalam Biologi	15
2.2.2 Kemahiran manipulatif dalam Biologi	20
2.3 Kepentingan, implikasi dan pelaksanaan amali Biologi kepada murid	22
2.4 Pembelajaran hibrid	27
2.4.1 Pembelajaran secara segerak	27
2.4.2 Pembelajaran tidak segerak	28
2.4.3 Keperluan pembelajaran hibrid secara mod segerak dan tidak segerak dalam pembelajaran Biologi	28
2.4.4 Pengintegrasian mod segerak dan tidak	31

	segerak dalam pembelajaran hibrid Biologi	
2.5	Teori dan model berkaitan kajian	34
2.5.1	Teori Konstruktivisme	34
2.5.2	Model 5P Pendidikan Sains Berasaskan Inkuiri (PBSI)	35
2.5.3	Model VAKT dalam pembelajaran	39
2.6	Kerangka teoritikal	42
2.7	Kesimpulan	43
3	METODOLOGI KAJIAN	45
3.1	Pengenalan	45
3.2	Reka bentuk kajian kualitatif	45
3.3	Aktiviti sebelum di lapangan	46
3.3.1	Permohonan menjalankan kajian	47
3.3.2	Pelaksanaan Amali Biologi Hibrid	48
3.3.3	Prosedur pensampelan	52
3.3.4	Prosedur pemilihan	52
3.3.5	Kriteria pemilihan peserta kajian	54
3.3.6	Peserta kajian	54
3.3.7	Menyediakan borang makluman persetujuan	55
3.4	Aktiviti dalam lapangan: Prosedur pengumpulan data	56
3.4.1	Kaedah sesi temu bual	56
3.4.2	Kaedah rintis dan kajian sebenar	56
3.4.3	Panduan temu bual	57
3.4.4	Temu bual separa berstruktur	57
3.4.5	Bahan audio visual	59
3.4.6	Analisis dokumen	59
3.4.7	Medium komunikasi-Internet	60
3.5	Aktiviti selepas lapangan: Analisis data dan interpretasi	60
3.5.1	Pengurusan data	60
3.5.2	Penyalinan transkripsi temu bual	61
3.5.3	Proses menganalisis temu bual dan pembangunan tema	62
3.6	Kesahan dan kebolehpercayaan	64
3.6.1	Kesahan dalaman	65
3.6.2	Kesahan luaran	66
3.6.3	Kebolehpercayaan	66
3.6.4	Pengelakan bias pengkaji	67
3.7	Kesimpulan	69
4	HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN	70
4.1	Pengenalan	70
4.2	Butiran Informan	70
4.3	Persoalan kajian 1	71
4.3.1	Tema: Penyelesaian masalah bersistematik	71

4.3.2	Tema: Penaakulan saintifik	75
4.3.3	Tema: Pembinaan efikasi sendiri	78
4.4	Persoalan kajian 2	84
4.4.1	Tema: Urutan kemahiran proses sains	85
4.4.2	Tema: Mengorganisasi kemahiran manipulatif	94
4.5	Persoalan kajian 3	101
4.5.1	Tema: Pembelajaran berstrategi	102
4.5.2	Tema: Pembelajaran sendiri	107
4.5.3	Tema: Sokongan keluarga dan interaksi guru serta rakan sebaya	111
4.6	Kerangka konseptual daripada dapatan kajian	117
4.7	Rumusan	120
5	PERBINCANGAN, KESIMPULAN, IMPLIKASI DAN CADANGAN	121
5.1	Pengenalan	121
5.2	Perbincangan	121
5.2.1	Makna kemahiran saintifik bagi murid Tingkatan Empat melalui pelaksanaan ABH	121
5.2.2	Pengukuhan amalan kemahiran saintifik yang diperoleh oleh murid melalui pelaksanaan ABH	124
5.2.3	Faktor-faktor yang menyumbang kepada pembangunan kemahiran saintifik melalui pelaksanaan ABH	126
5.3	Kesimpulan	130
5.4	Implikasi	132
5.4.1	Implikasi kepada teori	132
5.4.2	Implikasi kepada pelaksanaan amali Biologi	133
5.5	Cadangan	133
5.5.1	Cadangan kepada praktis	134
5.5.2	Cadangan kepada kajian akan datang	135
5.6	Penutup	135
	RUJUKAN	137
	LAMPIRAN	165
	BIODATA PELAJAR	191
	SENARAI PENERBITAN	192

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka surat
1.1	Enrolmen calon yang menduduki peperiksaan Sijil Penilaian Malaysia dalam mata pelajaran Kimia, Fizik dan Biologi selama lima tahun berturut-turut	3
2.1	Kemahiran Proses Sains dalam Biologi	16
2.2	Kemahiran Manipulatif dalam Biologi	21
2.3	Istilah 5P dalam Model PBSI	36
3.1	Jejak audit pelaksanaan ABH	50
4.1	Profil peserta kajian	70
4.2	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian pertama	72
4.3	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian pertama	74
4.4	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian pertama	76
4.5	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian pertama	77
4.6	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian pertama	79
4.7	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian pertama	81
4.8	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian pertama	82
4.9	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian kedua	86
4.10	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian kedua	87
4.11	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan kajian kedua	89

4.12	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian kedua	90
4.13	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian Kedua	93
4.14	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian kedua	95
4.15	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian kedua	97
4.16	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian kedua	99
4.17	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian kedua	100
4.18	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	103
4.19	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	104
4.20	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	105
4.21	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	108
4.22	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	109
4.23	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	110
4.24	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	112
4.25	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	113
4.26	Pemilihan kod dan penentuan kategori Persoalan Kajian ketiga	114

SENARAI RAJAH

Rajah	Muka surat
1.1 Graf peratus murid STEM bagi tahun 2015-2020	2
2.1 Enam ciri pelaksanaan amali Biologi di rumah	25
2.2 Model persekitaran pembelajaran hibrid	32
2.3 Kerangka Teoritikal dalam Kajian	43
3.1 Prosedur sebelum di lapangan	47
3.2 Persekitaran pelaksanaan ABH	49
3.3 Susunan dokumen dalam perisian Atlas.ti	61
3.4 Proses analisis tematik	64
3.5 Prosedur meningkatkan kesahan dan kebolehpercayaan data	68
4.1 Analisis tematik bagi Tema: Penyelesaian masalah bersistematik	72
4.2 Analisis tematik bagi Tema: Penaakulan saintifik	75
4.3 Analisis tematik bagi Tema: Efikasi sendiri	79
4.4 Dapatan persoalan kajian yang pertama	84
4.5 Analisis tematik bagi Tema: Urusan kemahiran proses Sains	85
4.6 Jadual dapatan data pemerhatian amali Fermentasi Yis	90
4.7 Graf analisis data amali Osmometer Telur	92
4.8 Analisis tematik bagi Tema: Mengorganisasi kemahiran manipulatif	95
4.9 Lakaran susun atur radas dan bahan amali Osmometer Telur	98
4.10 Lakaran susun atur radas dan bahan amali Fermentasi Yis	98
4.11 Dapatan persoalan kajian yang kedua	101

4.12	Analisis tematik bagi Tema: Pembelajaran berstrategi	102
4.13	Diagram dari rakaman video ABH amali Osmometer Telur	106
4.14	Analisis tematik bagi Tema: Pembelajaran sendiri	107
4.15	Analisis tematik bagi Tema: Sokongan keluarga dan interaksi guru serta rakan sebaya	111
4.16	Dapatan persoalan kajian yang ketiga	115
4.17	Kerangka konseptual dari dapatan kajian	118



SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Muka surat
A	Kelulusan JKEUPM	164
B	Kelulusan Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan	167
C	Kelulusan Jabatan Pendidikan Negeri Selangor (JPNS)	168
D	Surat Lantikan Guru Pakar	169
E	Surat Lantikan Guru Pengajar	170
F	Borang Persetujuan Ibu Bapa/Penjaga Peserta Kajian	171
G	Borang Persetujuan Peserta Kajian	172
H	Modul Amali Biologi Hibrid Osmometer Telur	173
I	Modul Amali Biologi Hibrid Fermentasi Yis	180
J	Protokol Temu bual	187
K	Borang Pengesahan Transkrib Temu bual Peserta Kajian	189

SENARAI SINGKATAN

KPM	Kementerian Pendidikan Malaysia
PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
DSKP	Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran
STEM	Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik
PKS	Pentaksiran Kemahiran Saintifik
ABH	Amali Biologi Hibrid
MKN	Majlis Keselamatan Negara
PBSI	Pendidikan Sains Berasaskan Inkuiri
VAKT	Visual, Auditori, Kinestetik dan Taktil
TMK	Teknologi, Maklumat dan Komunikasi
5P	Penglibatan, Penerokaan, Penerangan, Pengembangan dan Penilaian
PdPc	Pembelajaran dan Pemudahcaraan
PdPR	Pengajaran dan Pembelajaran di Rumah

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Bab ini membentangkan latar belakang kajian yang merangkumi: asas Biologi dalam perkembangan bidang STEM, kepentingan kemahiran saintifik dalam amali untuk membangunkan pengetahuan biologi dan pengintegrasian teknologi dalam pembelajaran amali Biologi. Perbincangan diteruskan dengan pernyataan masalah, objektif kajian, persoalan kajian, tujuan kajian, kepentingan kajian, skop kajian dan batasan kajian. Bab ini berakhir dengan kesimpulan bab satu.

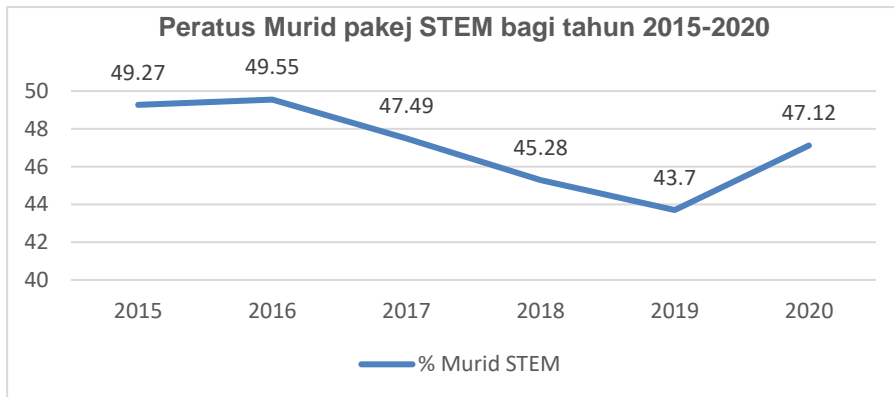
1.2 Latar belakang kajian

Perkembangan pesat Revolusi Perindustrian 4.0 turut melibatkan perubahan dalam sistem pendidikan dari aspek pedagogi dan infrastruktur pembelajaran kerana menjadi asas kepada penyedia tenaga kerja di masa hadapan. Di peringkat sekolah, perkembangan dalam bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) memerlukan pengukuhan asas Biologi bagi menyediakan generasi dengan ilmu pengetahuan dan kemahiran saintifik. Penguasaan pengetahuan dalam bidang Biologi adalah signifikan bagi memenuhi keperluan negara perindustrian dan mencapai tenaga kerja yang berpengetahuan luas dan berkemahiran tinggi dalam bidang pembangunan penyelidikan, teknologi, penemuan saintifik dan inovasi (Sumintono, 2017) seperti dalam bidang perubatan, bioteknologi, farmasi, pertanian dan mikrobiologi (Sari et al., 2018).

Dalam sistem pendidikan Malaysia, sistem pendidikan menengah terbahagi kepada dua peringkat iaitu peringkat menengah rendah terdiri daripada murid Tingkatan Satu hingga Tingkatan Tiga, dan peringkat menengah atas bagi Tingkatan Empat dan Tingkatan Lima. Bagi murid menengah atas terdapat dua pilihan pakej untuk diambil sama ada pakej STEM atau pakej Sastera dan Kemanusiaan. Semasa murid mendaftar ke peringkat menengah atas untuk pakej STEM, murid perlu memilih sekurang-kurangnya dua mata pelajaran sains daripada pilihan ini: Kimia, Fizik atau Biologi.

Peratus enrolmen murid dalam Rajah 1.1 pada peringkat menengah atas dalam pakej aliran STEM pada tahun 2015 sehingga tahun 2020 menunjukkan perubahan yang masih rendah. Peratus murid bagi pakej STEM pada tahun 2020 menunjukkan peningkatan sebanyak 3.42 peratus daripada nilai peratus pada tahun 2019, namun masih merupakan peningkatan yang rendah (PADU, 2020). Kadar penyertaan dalam program pendidikan STEM pada peringkat menengah atas adalah lebih rendah berbanding sasaran nisbah 60:40 iaitu 60

peratus pelajar aliran sains dan 40 peratus pelajar aliran sastera (Jabatan Perdana Menteri, 2021). Laporan Rancangan Malaysia Kedua Belas, 2021-2025 menyatakan murid kurang berminat untuk mempelajari mata pelajaran berkaitan STEM termasuk Biologi berikutan kurangnya aktiviti praktikal seperti menjalankan amali (Jabatan Perdana Menteri, 2021) .



Rajah 1.1: Graf peratus murid STEM bagi tahun 2015-2020
(Sumber: <https://www.padu.edu.my/>)

Berdasarkan rumusan laporan *Programme International Student Assessment (PISA) 2018* yang dianjurkan oleh *Organisation For Economic Co-operation and Development (OECD)*, didapati prestasi purata dalam mata pelajaran Sains bagi murid-murid Malaysia adalah 438 mata, berbanding purata 489 mata di negara-negara yang menyertai PISA. Kajian *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* yang disertai murid menengah rendah Malaysia pada 2019 juga menunjukkan keputusan dalam penguasaan domain Kimia, Fizik, Biologi dan Sains Bumi adalah rendah berbanding keputusan dari negara-negara Asean (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2020a). Kedua-dua penilaian ini menunjukkan pengetahuan konsep Sains murid menengah rendah dalam meneruskan peringkat menengah atas masih di peringkat rendah. Penguasaan mata pelajaran Sains menengah rendah melibatkan pemahaman konsep dan pelaksanaan penyiasatan saintifik bagi memperkukuhkan pengetahuan yang telah dibina. Rangka asas ini menjadi tunjang kepada minat dan keupayaan murid mempelajari mata pelajaran Sains Tulen seperti Biologi di peringkat menengah atas.

Di peringkat global, Biologi merupakan mata pelajaran elektif yang penting dan wajib kepada murid menengah atas dalam aliran Sains Tulen (Fareo, 2019; Siburian et al., 2022; Ursavas & Kesimal, 2020). Namun, murid menyatakan Biologi adalah mata pelajaran yang mengandungi banyak konsep abstrak yang sukar untuk dipelajari (Nur & Ozkan, 2017; Wai & Khine, 2020). Kesannya, murid menghadapi kefahaman salah konsep yang menyebabkan pencapaian murid rendah dalam biologi (Bizimana et al., 2022; Wai & Khine, 2020). Keadaan ini

mengakibatkan kecenderungan minat murid di peringkat global untuk memilih mata pelajaran Biologi berkurangan (Fauzi et al., 2021; Seidelin et al., 2019). Trend yang sama juga berlaku di Malaysia terhadap pemilihan mata pelajaran Biologi sebagai subjek elektif yang kurang diminati oleh murid.

Data peperiksaan SPM yang dikeluarkan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia (KPM) bagi tahun 2017 hingga 2021 menunjukkan penurunan enrolmen calon murid setiap tahun bagi mata pelajaran Sains Tulen termasuklah Biologi (**Jadual 1.1**). Biologi berada pada kedudukan yang paling rendah berbanding Fizik dan Kimia. Ini menunjukkan bahawa mata pelajaran Biologi adalah yang paling kurang diminati dalam kalangan murid di peringkat menengah atas. Biologi dianggap sebagai mata pelajaran yang sering disalah ertikan oleh murid sebagai mata pelajaran yang memerlukan banyak penghafalan fakta (Beumer, 2019; Salleh et al., 2021).

Jadual 1.1: Enrolmen calon yang menduduki Peperiksaan Sijil Penilaian Malaysia dalam mata pelajaran Kimia, Fizik dan Biologi selama lima tahun berturut-turut

Enrolmen Murid			
Tahun	Biologi	Fizik	Kimia
2017	89,694	111,141	112,981
2018	81,241	102,189	103,848
2019	77,896	97,759	99,265
2020	74,765	93,728	94,972
2021	71,319	90,583	91,793

(Sumber: <https://lp.moe.gov.my/>)

Transformasi pendidikan di peringkat sekolah dirancang bagi bergerak seiring dengan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013-2025 yang mempunyai tiga gelombang dan kini sedang berada pada Gelombang Ketiga. Fasa Gelombang Ketiga menekankan kepada pemeraksanaan pengukuhan kualiti pendidikan STEM. Antara indikator utama inisiatif pengukuhan pendidikan STEM menerusi pelaksanaan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) yang terdapat dalam PPPM bagi mata pelajaran Biologi ialah pembudayaan Pentaksiran Kemahiran Sainifik (PKS) dalam amali di peringkat menengah atas (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2018b). PKS dalam amali Biologi yang dilaksanakan di sekolah berdasarkan silibus yang terdapat dalam Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran (DSKP). Biologi yang merupakan satu bidang sains yang mengutamakan pengetahuan, kemahiran saintifik, sikap saintifik dan nilai murni. Aktiviti amali boleh membantu murid meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep Biologi, mengembangkan kemahiran pemerhatian dan manipulasi, membantu pembangunan intelektual, dan meningkatkan rasa ingin tahu mereka serta kebolehan menyelesaikan masalah (Nidzam et al., 2020).

Kemahiran saintifik dalam amali Biologi adalah elemen penting dalam usaha melahirkan murid yang berdaya saing memandangkan kemahiran proses sains dalam amali menyerupai langkah-langkah yang digunakan oleh saintis dalam mencari penemuan baharu dan digunakan untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan sains dan kehidupan harian. Justeru, pendekatan PKS diperlukan dalam mata pelajaran Biologi bagi meningkatkan minat murid memilih mata pelajaran Biologi. Murid berpeluang mempertingkatkan kemahiran manipulatif dan kemahiran proses sains melalui PKS (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2018b). Pembudayaan program PKS mengembalikan minat murid yang menganggap Biologi sebagai mata pelajaran yang sukar. Menerusi pelaksanaan PKS yang sistematik, murid dapat memperkukuhkan teori dan konsep Biologi dengan baik (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2018c) seterusnya mengatasi persepsi murid yang menganggap mata pelajaran Biologi banyak melibatkan penghafalan fakta.

Pelaksanaan semula Ujian Amali Sains secara peperiksaan pusat yang dilaksanakan dalam peperiksaan SPM bagi calon berdaftar tahun 2021 merupakan satu usaha Lembaga Peperiksaan dalam menyahut saranan KPM bagi merealisasikan aspirasi PPPM 2013-2025 iaitu memperkukuhkan asas pembelajaran STEM melalui Inisiatif Pengukuhan Pendidikan STEM dengan melaksanakan aktiviti amali berbentuk penyiasatan saintifik yang berasaskan penyelesaian masalah dan membuat keputusan. Pendekatan ini akan lebih memberi impak apabila murid dapat menjalankan amali Biologi secara sendiri dan menguasai kemahiran saintifik yang dapat memperkukuhkan konsep Biologi.

Perubahan dunia pendidikan yang kini memasuki era revolusi industri 4.0 melibatkan transformasi paradigma dalam sesi pembelajaran dan pemudahcaraan (PdPc). Strategi penyampaian pembelajaran perlu fleksibel dan selari dengan perkembangan teknologi. Perubahan kepada kaedah penyampaian pengajaran dan pembelajaran bagi memperkasakan pendidikan termaktub dalam dua daripada 11 anjakan PPPM (2013-2025) iaitu memanfaatkan Teknologi, Maklumat dan Komunikasi (TMK) bagi meningkatkan kualiti pembelajaran di Malaysia dan transformasi kebolehan dan keupayaan penyampaian pendidikan (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2018). Dalam aspek TMK, pengintegrasian kaedah pembelajaran Biologi menggunakan aplikasi digital dilihat seiring dengan perkembangan semasa. Dari aspek transformasi kebolehan dan keupayaan penyampaian pendidikan, pembelajaran secara hibrid dilihat relevan dalam meningkatkan keupayaan murid menguasai pembelajaran Biologi (Ningsih & Jayanti, 2022). Pembelajaran hibrid menggabungkan kaedah PdPc bersemuka dalam kelas atau di luar waktu persekolahan dengan kaedah pengajaran yang mengaplikasikan TMK bagi membentuk pendekatan pembelajaran bersepadu. Tujuan pembelajaran hibrid adalah untuk memberikan pengalaman pembelajaran yang fleksibel, berkesan dan cekap.

Penguasaan kemahiran saintifik dalam amali merupakan kemahiran penting dalam pendidikan Biologi kerana kemahiran saintifik membolehkan murid menguasai Biologi secara rasional dan logik (Molefe & Aubin, 2021). Oleh itu pembangunan kemahiran saintifik perlu menjadi matlamat utama pendidikan Biologi. Usaha ke arah mempelbagaikan kaedah pedagogi melalui pelaksanaan amali harus dilaksanakan. Pelaksanaan amali Biologi secara pembelajaran hibrid memberi ruang murid menguasai kemahiran saintifik secara sendiri dengan lebih menyeluruh.

1.3 Pernyataan masalah

Pemerolehan kemahiran saintifik dalam pelaksanaan amali Biologi membolehkan murid menganalisis pembelajaran yang diperoleh melalui prosedur amali (Anna & Valls, 2021). Dalam konteks amali Biologi Tingkatan Empat di Malaysia, kajian dari Ping (2020) menyatakan penguasaan kemahiran saintifik dalam amali Biologi terhadap murid Tingkatan Empat belum mencapai tahap memuaskan dalam membina graf serta mentafsir graf dengan betul daripada data, menyelesaikan masalah menggunakan kemahiran proses sains, membina inferens, dan membuat kesimpulan berdasarkan data kuantitatif. Penguatan kemahiran saintifik yang tidak diberi penekanan dalam pembelajaran Sains Tulen seperti Biologi menyebabkan murid tidak dapat mengenal pasti fenomena, mempelajari cara merancang dan menjalankan amali secara sendiri untuk mengetahui kebenaran pengetahuan saintifik supaya memori konsep yang diperoleh dapat bertahan lama (Hastuti et al., 2019).

Antara indikator penguasaan kemahiran saintifik yang kurang memuaskan di kalangan murid ialah kurangnya pendedahan pelaksanaan amali Biologi dalam menerangkan konsep Biologi. Konsep biologi yang dijelaskan melalui bacaan teks menggunakan dokumen buku teks, dengan penggunaan animasi dan persembahan video yang kecil menghasilkan pembelajaran pasif di kalangan murid (Chatila & Husseiny, 2017). Di samping itu, proses dalam biologi secara ilustrasi statik dalam buku teks sukar difahami dan tidak mencukupi untuk menerangkan konsep dinamik dan abstrak dalam Biologi menyebabkan kurangnya minat murid terhadap mata pelajaran Biologi (Ogunkola & Samuel, 2011; Salleh et al., 2021). Ini mengakibatkan murid sukar untuk memahami konsep dan pelbagai fenomena biologi yang tidak dapat dilihat dengan mata kasar (Fauzi & Mitalistiani, 2018).

Berdasarkan Laporan Rancangan Malaysia Kedua Belas 2021-2025, terdapat 1,672 daripada 12,060 makmal sains sedia ada di Malaysia yang tidak dapat berfungsi sepenuhnya (Jabatan Perdana Menteri, 2021). Kesannya, murid menghadapi kesukaran untuk menjalankan amali Biologi disebabkan kekurangan bahan dan radas (Fadzil & Saat, 2020). Keadaan ini menyebabkan pelaksanaan amali di sekolah berlaku secara aktiviti berkumpulan (Duban et al., 2019). Penglibatan murid secara berkumpulan semasa aktiviti amali Biologi menyebabkan penguasaan kemahiran saintifik berlaku secara tidak menyeluruh kerana berlaku pembahagian giliran murid melaksanakan aktiviti amali. Selain

itu, situasi pelaksanaan aktiviti amali dalam kumpulan yang besar disebabkan berkongsi radas dan bahan juga mewujudkan kurang kerjasama dan ketidakterlibatan murid sepenuhnya secara aktif dalam melaksanakan amali (Chang & Brickman, 2018; Cheruvellil et al., 2020; Nidzam et al., 2010).

Dalam pelaksanaan amali, terdapat situasi guru menggantikan aktiviti amali yang sepatutnya dijalankan oleh murid dengan guru melakukan demonstrasi amali kepada murid (Han et al., 2018; Kibirige & Maponya, 2021). Kaedah amali secara demonstrasi adalah berpusatkan guru dan bersifat preskriptif, dan aktiviti makmal dilakukan mengikut langkah yang disediakan di bawah pengawasan guru (Chen & Liu, 2020; Nidzam et al., 2010). Melalui pemerhatian murid terhadap demonstrasi amali, ketahanan pengetahuan saintifik murid berkurangan dari semasa ke semasa (Maričić et al., 2019) selain mengurangkan peluang murid menjalankan amali dan menguasai kemahiran saintifik. Penglibatan murid secara langsung dalam aktiviti amali Biologi dapat merangsang murid untuk menganalisis sesuatu konsep melalui penyiasatan masalah (Duda et al., 2019). Namun, tujuan pelaksanaan amali Biologi masih lagi kurang jelas apabila murid menganggap amali hanya melibatkan kemahiran manipulatif semata-mata apabila pelaksanaannya berdasarkan langkah-langkah yang terdapat dalam buku teks, lembaran kerja atau berdasarkan arahan guru (Chairam et al., 2015; Irwanto et al., 2019).

Budaya berorientasikan peperiksaan menyebabkan guru mengambil masa pembelajaran untuk menghabiskan sukatan pelajaran melibatkan peperiksaan (Arsad et al., 2020) yang menyebabkan peruntukan masa untuk aktiviti amali tidak mencukupi. Terdapat kalangan guru yang tidak melaksanakan beberapa aktiviti amali tertentu dan menggantikannya dengan memberi penerangan teori semata-mata (Shuhimi et al., 2015). Selain itu, kekangan masa ketika pelaksanaan amali menyebabkan guru memerlukan masa tambahan di luar waktu pembelajaran untuk berbincang dengan murid berkaitan masalah yang dihadapi ketika melaksanakan kerja amali bagi memastikan masalah tersebut tidak berulang (Panjaitan et al., 2019). Faktor masa yang terhad semasa pelaksanaan amali di makmal menyebabkan murid tidak diberi peluang untuk memahami keseluruhan kemahiran saintifik secara praktikal (Chirikure, 2020; Lee et al., 2019). Bagi menangani kekangan waktu di sekolah untuk pelaksanaan amali, Al-Abdali dan Al-Balushi (2016) menyatakan peruntukan masa bagi pelaksanaan amali di luar waktu persekolahan secara tidak formal boleh dilakukan. Selari dengan perkembangan teknologi, Imaduddin dan Hidayah (2019) menyatakan pengintegrasian aktiviti penerokaan seperti amali dengan aplikasi TMK bagi dapat mengatasi faktor kekangan masa.

Murid yang mengalami situasi kefahaman salah konsep dalam Biologi dalam kelas memerlukan pengukuhan melalui ulang kaji yang khusus iaitu tugasan kerja rumah (Oliver & Troemel, 2022) yang dapat meningkatkan pencapaian Biologi murid (Ifeoma, 2022). Namun begitu, tugasan kerja rumah Biologi yang diberikan oleh guru menguji elemen kognitif iaitu apek pengetahuan dan kefahaman (Raimondi et al., 2020). Terdapat murid yang menghadapi kesukaran

dalam melaksanakan kerja rumah dalam bentuk tugas kognitif sedemikian disebabkan oleh kapasiti kognitif yang berbeza bagi setiap murid (Hindriana, 2016). Pembelajaran Biologi yang komprehensif melibatkan pemahaman konsep dan pelaksanaan amali yang bermakna (Elfrida et al., 2021). Pelaksanaan amali Biologi dapat mengurangkan beban kognitif murid melalui aktiviti praktikal yang membolehkan murid memperoleh pengetahuan holistik tentang penguasaan konsep dan kemahiran saintifik (Hindriana, 2016). Justeru pelaksanaan amali Biologi di luar waktu persekolahan sebagai salah satu tugas kerja rumah adalah alternatif tugas praktikal yang dapat memupuk kecenderungan murid meneroka pembelajaran Biologi (Robledo, 2021).

Pelaksanaan amali secara pembelajaran hibrid merupakan fenomena yang kian relevan dengan keperluan pembelajaran masa kini bagi meningkatkan minat murid terhadap mata pelajaran sains tulen seperti Biologi. Kajian dari Astuti et al. (2020), Solikhin et al. (2019), Wijayanti et al. (2019) dan Syahfitri et al. (2019) mendapati pelaksanaan amali secara maya melalui pembelajaran hibrid merupakan alternatif untuk meningkatkan penguasaan konsep pembelajaran murid dalam mata pelajaran Sains Tulen termasuk Biologi. Kajian dari Enneking et al. (2019) pula menyatakan pelaksanaan amali secara maya yang dilaksanakan secara pembelajaran hibrid meningkatkan kemahiran psikomotor dan kognitif murid tetapi menurun untuk domain afektif. Domain afektif ini melibatkan pemahaman dan penghayatan dalam kemahiran saintifik yang mendorong murid untuk berfikir secara eksplisit tentang makna yang lebih mendalam terhadap perkara yang mereka pelajari untuk menjadikan pembelajaran itu bermakna. Tambahan pula, Elhashash (2018) menyatakan murid tidak boleh mempelajari sesuatu yang berguna daripada pengalaman deria penuh melalui amali secara maya berbanding pelaksanaan amali praktikal sebenar seperti bunyi dan bau pelik, ralat rawak dan ketidakfungsian radas. Justeru, aktiviti amali secara praktikal dapat meningkatkan kesedaran sikap saintifik murid berbanding pelaksanaan amali secara maya (Youngblood et al., 2022).

Kajian empirikal tentang pemupukan menyeluruh kemahiran saintifik agak terhad dan banyak tertumpu kepada elemen penguasaan kemahiran proses sains (Akademi Sains Malaysia, 2015; Hardianti et al., 2018). Keperluan untuk mereka bentuk pelaksanaan amali melibatkan elemen teknologi yang dapat menyemai pemupukan kemahiran saintifik adalah penting sebagai sebuah pengalaman pembelajaran yang bermakna kepada murid (Molefe & Aubin, 2021). Kajian-kajian yang lepas tidak menumpukan kepada aspek pemahaman dan penghayatan kemahiran saintifik yang komprehensif dalam konteks pelaksanaan amali praktikal secara pembelajaran hibrid. Oleh itu, kajian ini meneroka pemahaman kemahiran saintifik dalam konteks pelaksanaan amali Biologi secara praktikal melalui pembelajaran hibrid dalam kalangan murid Tingkatan Empat di negeri Selangor.

1.4 Tujuan kajian

Tujuan kajian ini adalah untuk meneroka pemahaman murid Tingkatan Empat terhadap kemahiran saintifik dalam pelaksanaan Amali Biologi Hibrid (ABH).

1.5 Objektif kajian

1. Untuk memahami perspektif murid tentang makna kemahiran saintifik melalui pelaksanaan ABH.
2. Untuk mengenal pasti pengukuhan amalan kemahiran saintifik yang murid peroleh melalui pelaksanaan ABH.
3. Untuk mengenal pasti aspek yang terlibat dalam pembangunan kemahiran saintifik melalui pelaksanaan ABH.

1.6 Persoalan kajian

Kajian ini dijalankan berpandukan kepada persoalan kajian seperti berikut:

1. Apakah makna kemahiran saintifik bagi murid Tingkatan Empat melalui pelaksanaan ABH?
2. Apakah pengukuhan amalan kemahiran saintifik yang diperolehi oleh murid melalui pelaksanaan ABH?
3. Bagaimana pembangunan kemahiran saintifik murid berlaku melalui pelaksanaan ABH?

1.7 Kepentingan kajian

Kepentingan kajian ini terbahagi kepada dua iaitu kepentingan kepada perkembangan amalan dalam pengajaran dan perkembangan model dan teori.

1.7.1 Perkembangan amalan dalam pengajaran

Aktiviti amali adalah proses pembelajaran yang berpusatkan murid. Pelaksanaan amali dalam pembelajaran Biologi penting kerana dapat memotivasikan murid, meningkatkan kemahiran asas dalam penyiasatan saintifik dan pemahaman murid tentang konsep Biologi (Bahtiar & Dukomalomo, 2019). Dari aspek pedagogi, pelaksanaan amali Biologi secara pembelajaran hibrid dalam kajian ini memberi ruang kepada murid untuk meneroka kaedah

pembelajaran yang melibatkan latihan kemahiran saintifik di luar waktu persekolahan. Murid akan rasa lebih bertanggungjawab kerana perlu merancang, membuat dan merekod pemerhatian serta menyiapkan pelaporan amali tanpa terikat dengan waktu pembelajaran di sekolah. Pelaksanaan kajian ini adalah efektif dari segi masa kepada guru untuk melengkapkan keseluruhan PKS. Apabila murid menjalankan aktiviti amali di luar waktu persekolahan secara fleksibel, maka guru boleh mengisi masa amali di sekolah dengan melaksanakan aktiviti-aktiviti lain yang melibatkan pembelajaran abad ke-21.

Menerusi aktiviti ABH ini, murid melaksanakan amali Biologi di luar waktu persekolahan secara sendiri di rumah masing-masing dan membuat laporan amali mengikut format yang telah diberikan. Pembelajaran hibrid dalam kajian ini mengaplikasikan perisian Google Classroom. Keadaan ini memudahkan tugas guru dalam mewujudkan pembelajaran secara hibrid yang menggabungkan pembelajaran bersemuka dan pembelajaran secara virtual. Guru dan murid boleh meneruskan interaksi dalam proses pembelajaran sama ada dalam dan di luar waktu persekolahan yang tidak terikat dengan masa. Guru boleh menyemak tugas dan memberi maklum balas secara khusus kepada mana-mana murid dalam perisian Google Classroom (Norhasliza Abdullah, 2020).

Kajian ini diharapkan dapat membantu guru mengetahui tahap keupayaan murid mengendalikan aktiviti amali secara sendiri. Dapatan kajian ini adalah penting kepada guru Biologi yang berperanan menghasilkan murid berkualiti yang berbekalkan pengetahuan dan kemahiran saintifik pada masa yang sama mampu mengintegrasikan penggunaan perisian teknologi maklumat. Hasil daripada dapatan kajian ini secara empirikal, turut memberi impak kepada guru dalam mereka cipta modul atau kaedah bagi memperkasakan pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Biologi.

Secara praktikal, murid dapat menguasai kemahiran saintifik secara sendiri dalam aktiviti ABH yang masih belum dilaksanakan secara menyeluruh di sekolah. Pelaksanaan kajian ini menyahut keperluan murid yang akan menghadapi peperiksaan SPM bermula tahun 2021 yang melibatkan Ujian Amali Biologi secara peperiksaan pusat menggantikan Kertas 3 bagi peperiksaan subjek Biologi (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2020b). Penguasaan kemahiran saintifik yang dilatih melalui ABH ini diharapkan dapat mengukuhkan keupayaan murid dalam mengendalikan penyiasatan Saintifik secara sendiri dengan baik.

1.7.2 Perkembangan model dan teori

Kajian mengenai penerokaan pengalaman murid terhadap pemahaman kemahiran saintifik dalam pelaksanaan ABH mempunyai nilai signifikan iaitu dapat menyediakan pemahaman yang lebih mendalam tentang makna kemahiran saintifik dari paradigma murid. Kajian ini dapat menghubungkan

model Pendidikan Sains Berasaskan Inkuiri (PBSI) dari Teori Konstruktivisme dan model Visual, Auditori, Kinestetik dan Taktikal (VAKT) dalam pembelajaran hibrid untuk menerangkan pelaksanaan amali Biologi yang dilaksanakan secara sendiri oleh murid. Kajian ini menyumbang kepada model konseptual yang boleh diambil tindakan yang oleh guru untuk membantu guru mengamalkan ruang pembelajaran hibrid dengan tahap fleksibiliti yang tinggi yang memberi keutamaan murid dalam aspek masa, ruang dan perkembangan proses pembelajaran.

Pelaksanaan amali Biologi secara pembelajaran hibrid mempunyai potensi untuk memberikan pengalaman transformatif di mana mod pendidikan baharu boleh menggalakkan guru untuk berinovasi bagi melaksanakan cara terbaik untuk proses pembelajaran murid mereka.

1.8 Skop dan batasan kajian

Skop kajian ini melibatkan pemupukan kemahiran saintifik dalam pelaksanaan amali Biologi secara pembelajaran hibrid dalam kalangan murid Tingkatan Empat. Oleh itu hanya murid Tingkatan Empat sahaja yang dipilih sebagai peserta dalam kajian yang telah dijalankan. Pemilihan murid Tingkatan Empat adalah berdasarkan justifikasi bahawa kumpulan murid ini telah berada di sekolah menengah selama hampir empat tahun terlibat dalam pelaksanaan amali dan dianggap telah matang dan boleh memberi persepsi atau pandangan tentang persekitaran sekolah dengan lebih baik. Pemilihan lokaliti di Selangor hanyalah kedudukan penempatan sekolah tempat kajian dilaksanakan yang mempunyai populasi murid yang boleh mengakses internet dan medium telekomunikasi dengan baik.

Batasan kajian ini ialah pengkaji tidak dapat membuat pemerhatian bersemuka di lapangan, tetapi hanya terbatas kepada data triangulasi iaitu video pelaksanaan ABH dan pemerhatian online semasa sesi pembentangan murid. Ini berikutan semasa sesi kajian dilaksanakan, kerajaan telah mengumumkan tempoh Perintah Kawalan Pergerakan (PKP).

1.9 Definisi istilah

Penjelasan istilah yang digunakan dalam penulisan kajian ini dinyatakan dalam bab ini. Istilah yang digunakan adalah terhad dalam konteks kajian ini sahaja.

1.9.1 Mata pelajaran Biologi

Definisi konseptual bagi mata pelajaran Biologi merujuk kepada kurikulum dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan Empat yang digubal oleh Bahagian

Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pelajaran Malaysia selaras dengan pelaksanaan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM). Mulai tahun 2020, mata pelajaran Biologi dimasukkan dalam pakej STEM sebagai mata pelajaran elektif (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2019).

Dalam kajian ini, Biologi merupakan disiplin ilmu berkaitan konsep, proses dan mekanisma benda hidup yang saling berinteraksi antara satu sama lain. Murid akan menguji hipotesis, melaksanakan penyiasatan, membuat pemerhatian melalui pelaksanaan amali untuk menemui konsep Biologi secara saintifik.

1.9.2 Amali

Definisi konseptual bagi amali ialah penyiasatan saintifik melibatkan satu siri prosedur yang dilakukan untuk mengesahkan hipotesis tentang konsep saintifik atau untuk meneroka maklumat tentang fenomena saintifik yang tidak diketahui (Ludwig et al., 2021). Pendekatan kepada amali merangkumi penglibatan kognitif dan praktikal murid dalam proses perancangan dan pelaksanaan amali (Chirikure, 2020).

Dalam kajian ini, amali merujuk kepada penyiasatan saintifik dan eksperimen yang dijalankan secara sendiri oleh murid melalui pembelajaran hibrid. Murid menjalankan dua amali Biologi yang terdapat dalam DSKP iaitu,

- I. Standard kandungan 3.2: Konsep Pergerakan Bahan Merentasi Membran Plasma iaitu Standard Pembelajaran 3.2.2 Menjalankan eksperimen untuk mengkaji pergerakan bahan merentasi membran telap memilih dengan menggunakan osmometer ringkas.
- II. Standard kandungan 7.3: Fermentasi iaitu Standard Pembelajaran 7.3.4 Mengeksperimen untuk mengkaji fermentasi yis.

1.9.3 Pembelajaran hibrid

Definisi konseptual bagi pembelajaran hibrid adalah satu bentuk pembelajaran yang mengintegrasikan pertemuan bersemuka dalam talian atau luar talian. Kaedah penyampaian dalam pembelajaran hibrid boleh dibahagikan kepada dua kategori iaitu aktiviti segerak (*synchronous*) dan tak segerak (*asynchronous*) (Moorhouse & Wong, 2021).

Dalam kajian ini, pembelajaran hibrid menjadi alternatif untuk meningkatkan kemajuan pembelajaran melalui pelaksanaan amali biologi dengan integrasi penggunaan teknologi. Pelaksanaan ABH ialah melalui dua pendekatan iaitu penerangan teori dan konsep oleh guru dalam kelas semasa sesi PdPc, sesi

pengajaran dan pembelajaran di rumah (PdPR) dan aktiviti amali secara sendiri yang dilaksanakan di luar sesi persekolahan oleh murid di rumah masing masing pada masa yang bersesuaian. Murid-murid dan guru menggunakan medium Google Meet semasa sesi PdPR dan medium Google Classroom untuk penghantaran dan penilaian video pelaksanaan amali dan laporan ABH.

1.9.4 Kemahiran saintifik

Definisi konseptual bagi kemahiran saintifik ialah keseluruhan kemahiran yang penting semasa menjalankan aktiviti mengikut kaedah saintifik dalam amali. Kemahiran saintifik juga mencakupi konsep saintifik dan sikap saintifik murid. Kemahiran saintifik membolehkan murid merumuskan masalah, membentuk hipotesis, merancang amali, menjalankan serta mengendalikan amali, memproses data, menganalisis data, dan membuat kesimpulan (Anggreni & Yohandri, 2020).

Dalam kajian ini, kemahiran saintifik merujuk kepada penguasaan kemahiran proses sains dan kemahiran manipulatif oleh peserta kajian semasa menjalankan aktiviti ABH.

1.10 Kesimpulan

Bab ini membentangkan aspek-aspek seperti latar belakang kajian, pernyataan masalah, objektif kajian, persoalan kajian, kepentingan kajian, skop dan batasan kajian serta definisi istilah. Bab ini memfokuskan kepada pernyataan masalah yang menekankan kurangnya pemupukan kemahiran saintifik dalam pelaksanaan amali Biologi. Berdasarkan pernyataan masalah, objektif kajian digubal untuk mengetahui perspektif murid tentang kemahiran saintifik dalam pelaksanaan ABH. Persoalan kajian diwujudkan untuk mendapatkan gambaran yang jelas tentang pemahaman kemahiran saintifik murid melalui pelaksanaan amali Biologi secara pembelajaran hibrid. Kajian ini diharapkan dapat memberi manfaat kepada guru dan murid untuk membudayakan kemahiran saintifik dalam pembelajaran Biologi.

RUJUKAN

- Abdelmalak, M. M. M., & Parra, J. L. (2016). Expanding learning opportunities for graduate students with HyFlex Course Design. *International Journal of Online Pedagogy and Course Design*, 6(4), 19–37. <https://doi.org/10.4018/ijopcd.2016100102>
- Abidin, S. Z., Saad, N. S., Dollah, M. U., & Yusuf, Q. (2017). Kemahiran penaakulan saintifik murid sekolah rendah. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malaysia*, 7(1).
- Ahmad, A. M., Yakob, N., & Ahmad, N. J. (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematic (STEM) education in Malaysia: Preparing the pre-service Science teachers. *Journal of Natural Science and Integration*, 1(2), 159–165.
- Ahmad, N. F., & Iksan, Z. (2021). Penerapan kemahiran proses Sains melalui pembelajaran Sains berasaskan permainan digital. *Sains Insani*, 6(1), 75–81. <https://doi.org/10.33102/sainsinsani.vol6no1.246>
- Akademi Sains Malaysia. (2015). *Penilaian pelaksanaan projek rintis Pendidikan Sains berasaskan amalan inkuiri di 4 buah sekolah rendah Daerah Hulu Langat*.
- Al-Abdali, N. S., & Al-Balushi, S. M. (2016). Teaching for creativity by Science teachers in Grades 5–10. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 251–268. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9612-3>
- Alatas, F., & Fachrunisa, Z. (2018). An effective of Pogil with virtual laboratory in improving science process skills and attitudes: Simple harmonic motion concept. *Edusains*, 10(2), 327–334. <https://doi.org/10.15408/es.v10i2.10239>
- Almasri, F. (2022). Simulations to teach Science subjects: Connections among students' engagement, self-confidence, satisfaction, and learning styles. *Education and Information Technologies*, 27, 7161–7181. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10639-022-10940-w>
- Amiti, F. (2020). Synchronous and asynchronous e-learning. *European Journal of Open Education and E-Learning Studies*, 5(2), 60–70. <https://doi.org/10.46827/ejoe.v5i2.3313>
- Anggreni, Y. D., & Yohandri. (2020). Preliminary analysis of physics lab textbooks using project based learning model to improve the scientific skills of high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012043>

- Anna, B., & Valls, C. (2021). Inquiry laboratory activity: Investigating the effects of mobile phone on yeast viability. *Journal of Turkish Science Education*, 18(2), 176–191. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.59>
- Antonio, V. V. (2018). Science laboratory interest and preferences of teacher education students: Implications to Science teaching. *Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research*, 6(3), 57–67.
- Arbi, R. P., Rianto, E., Murtadlo, & Budiyanto. (2019). The influence of VAKT method toward reading ability to learning difficulty children in Galuh Handayani Elementary School. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 388, 255–257.
- Aristika, A., & Juandi, D. (2021). *The effectiveness of hybrid learning in improving of teacher-student relationship in terms of learning motivation*. 5(4), 443–456.
- Arsad, N. M., Nasri, N. M., Mastura, T., Soh, T., Mahmud, S. N. D., Talib, M. A. A., & Halim, L. (2020). A systematic review on culturally relevant Science teaching: Trends and insights. *The 3rd International Conference on Mathematics and Sciences Education (ICoMSE) 2019*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1063/5.0000530>
- Artun, H., Durukan, A., & Temur, A. (2020). Effects of virtual reality enriched science laboratory activities on pre-service science teachers' science process skills. *Education and Information Technologies*, 25(6), 5477-5498. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10220-5>
- Astuti, T. N., Sugiyarto, K. H., & Ikhsan, J. (2020). Effect of 3D visualization on students' critical thinking skills and scientific attitude in Chemistry. *International Journal of Instruction*, 13(1), 151–164. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13110a>
- Attride-Stirling, J. (2001). Thematic networks: An analytic tool for qualitative research. *Qualitative Research*, 385–405. <http://qrj.sagepub.com/cgi/content/abstract/1/3/385>
- Ayadiya, N., & Sumarni, W. (2019). The application of discovery learning with scientific approach to improve the students' Science process skill. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(2), 466–469. <https://doi.org/10.21009/1.05214>
- Ayega, D., & Khan, A. (2020). Students experience on the efficacy of virtual labs in online Biology. *ICEEL 2020: 2020 The 4th International Conference on Education and E-Learning*, 75–79. <https://doi.org/https://doi.org/10.1145/3439147.3439170>

- Azman, M. N., Anom, M., Rashid, A., Rosnita, I., Faiq, M., & Aziz, A. (2021). Predicting preferred learning styles on teaching approaches among Gen Z visual learner. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(9), 2969–2978.
- Bada, & Olusegun, S. (2016). Constructivism: A paradigm for teaching and learning. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 5(6), 66–70. <https://doi.org/10.9790/7388-05616670>
- Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2016). *Panduan pengajaran dan pembelajaran berasaskan inkuiri*. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Baharom, M. M., Atan, N. A., Rosli, M. S., Yusof, S., & Hamid, M. Z. A. (2020). Integration of science learning apps based on Inquiry Based Science Education (IBSE) in enhancing students Science process skills (SPS). *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(9), 95–109. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i09.11706>
- Bahtiar, B., & Dukomalamo, N. (2019). Basic science process skills of Biology laboratory practice: Improving through discovery learning. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 83–93. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.v12n1.83-93>
- Begam, A. A. A., & Tholappan, D. A. (2018). Psychomotor domain of Bloom's Taxonomy in teacher education. *International Journal of Education*, 6(3), 11–14. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.1299766>
- Bereiter, C. (1994). *Constructivism, socioculturalism, and popper's World 3*. 23(7), 21–23.
- Beumer, A. (2019). Student attitudes towards Biology in an introductory Biology course at a two-year , open access college. *Journal for Research and Practice in College Teaching*, 4(1), 40–54.
- Birbal, R., Ramdass, M., & Harripaul, C. (2018). Student teachers' attitudes towards blended learning. *Journal of Education and Human Development*, 7(2), 9–26. <https://doi.org/10.15640/jehd.v7n2a2>
- Bizimana, E., Mutangana, D., & Mwesigye, A. (2022). Effects of concept mapping and cooperative mastery learning strategies on students' achievement in photosynthesis and attitudes towards instructional strategies. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(2), 107–132. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.2.7>
- Bower, M., Dalgarno, B., Kennedy, G. E., Lee, M. J. W., & Kenney, J. (2015). Design and implementation factors in blended synchronous learning environments: Outcomes from a cross-case analysis. *Computers and Education*, 86, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.006>

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-35913-1>
- Bree, R. T. (2017). Preparing students for Science practical sessions: Engaging with digital resources to enrich the learning experience. *All Ireland Journal of Teaching and Learning in Higher Education (AISHE-J)*, 9(3). <http://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/330>
- Burkett, V. C., & Smith, C. (2016). Simulated vs. hands-on laboratory position paper. *Electronic Journal of Science Education*, 53(9), 1689–1699.
- Chairam, S., Klahan, N., & Coll, R. K. (2015). Exploring secondary students' understanding of chemical kinetics through inquiry-based learning activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 937–956. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2015.1365a>
- Chang, Y., & Brickman, P. (2018). When group work doesn't work: Insights from students. *CBE Life Sciences Education*, 17(3), 1–17. <https://doi.org/10.1187/cbe.17-09-0199>
- Chatila, H., & Husseiny, F. Al. (2017). Effect of cooperative learning strategy on students' acquisition and practice of scientific skills in Biology. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 3(1), 88–99. <https://doi.org/10.21891/jeseh.280588>
- Chen, S.-Y., & Liu, S.-Y. (2020). Using augmented reality to experiment with elements in a Chemistry course. *Computers in Human Behavior*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106418>
- Cheruvellil, K. S., Palma-Dow, A. De, & A. Smith, K. (2020). Strategies to promote effective student research teams in Undergraduate Biology labs. *The American Biology Teacher*, 82(1), 18–27.
- Cheung, S. K. S., Fong, J., Fong, W., Lee, F., For, L., Eds, K., & Hutchison, D. (2013). *LNCS 8038 - Hybrid learning and continuing education* (Issue August).
- Chirikure, T. (2020). Upper-secondary school students' approaches to Science experiments in an examination driven curriculum context. *Journal of Baltic Science Education*, 19(4), 523–535. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.523>
- Choirunnisa, N. L., Prabowo, P., & Suryanti, S. (2018). Improving Science process skills for primary school students through 5E instructional model-based learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 947(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/947/1/012021>

- Chu, M. M., Labarez, E. H., Reños, L., Velasco, J. R., & Robledo, D. A. (2021). Out of the classroom: IB students' experiences and tips on the use of home-based Biology experiments for internal assessment. *Universe International Journal of Interdisciplinary Research*, 1(11), 82–87. <https://doi.org/http://www.doi-ds.org/doi/doi/04.2021-39594468/UIJIR>
- Chua, K.-E., & Karpudewan, M. (2017). The role of motivation and perceptions about Science laboratory environment on lower secondary students' attitude towards Science. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(2).
- Cigdemoglu, C., Arslan, H. O., & Akay, H. (2011). A phenomenological study of instructors' experiences on an open source learning management system. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 28, 790–795. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.11.144>
- Clarke, V., & Braun, V. (2017). Thematic analysis. *Journal of Positive Psychology*, 12(3), 297–298. <https://doi.org/10.1080/17439760.2016.1262613>
- Cong, L. M. (2020). Successful factors for adoption of synchronous tools in online teaching at Scale. In *Tertiary Education in a Time of Change*. Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-15-5883-2>
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five designs*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Ltd.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches. In *SAGE Publications, Inc.* Sage Publications Inc. <https://doi.org/10.13187/rjs.2017.1.30>
- Darby, F., & Lang, J. (2019). *Small teaching online : Applying learning Science in online classes*. John Wiley & Sons.
- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the Science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Darmaji, D., Kurniawan, D. A., & Irdianti, I. (2019). Physics education students' science process skills. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(2), 293–298. <https://doi.org/10.11591/ijere.v8i2.28646>
- Darus, F., & Saat, R. M. (2014). How do primary school students acquire the skill of making hypothesis. *The Malaysian Online Journal of Educational Science*, 2(2). www.moj-es.net
- Dewey, J. (1904). The relation of theory to practice in education. In *The relation of theory to practice in the education of teachers (Third Yearbook of the National Society for the Scientific Study of Education, Part I)*.

- Dewi, I. S., & Utami, R. P. (2019). The implementation of PODE worksheet to improve students' scientific attitude, analysis ability and self-regulation. *AIP Conference Proceedings*, 2194(December). <https://doi.org/10.1063/1.5139752>
- Díaz, C., Dorner, B., Hussmann, H., & Strijbos, J. W. (2021). Conceptual review on scientific reasoning and scientific thinking. *Current Psychology*, April. <https://doi.org/10.1007/s12144-021-01786-5>
- Duban, N., Aydoğdu, B., & Yüksel, A. (2019). Classroom teachers' opinions on science laboratory practices. *Universal Journal of Educational Research*. <https://doi.org/10.13189/ujer.2019.070317>
- Duda, H. J., Susilo, H., & Newcombe, P. (2019). Enhancing different ethnicity Science process skills: Problem-based learning through practicum and authentic assessment. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1207–1222.
- Duruk, U., Akgün, A., Dogan, C., & Gülsuyu, F. (2017). Examining the learning outcomes included in the Turkish Science Curriculum in terms of Science process skills: A document analysis with standards-based assessment. *International Journal of Environmental and Science Education*, 12(2), 117–142.
- Eckes, A., & Wilde, M. (2019). Structuring experiments in Biology lessons through teacher feedback. *International Journal of Science Education*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1668578>
- Elfrida, Nursamsu, & Ariska, R. N. (2021). Development of performance assessment instruments through practical learning to improve Science process skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 7(Special Issue), 96–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jppipa.v7iSpecialIssue.867>
- Elhashash, M. (2018). *The most important advantages and disadvantages of virtual laboratory*. PraxiLabs. <https://blog.praxilabs.com/2018/03/01/important-advantages-impediments-use-virtual-lab/>
- Eliveria, A., Serami, L., Famorca, L. P., & Cruz, J. S. D. (2019). Investigating students' engagement in a hybrid learning environment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 482(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/482/1/012011>
- Enneking, K. M., Breitenstein, G. R., Coleman, A. F., Reeves, J. H., Wang, Y., & Grove, N. P. (2019). The evaluation of a hybrid, general Chemistry laboratory curriculum: Impact on students' cognitive, affective, and psychomotor learning. *Journal of Chemical Education*, 96(6), 1058–1067. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00637>

- Fadzil, H. M., & Saat, R. M. (2020). Exploring secondary school Biology teachers' competency in practical work. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i1.21477>
- Fadzil, Hidayah Mohd, & Saat, R. M. (2013). Phenomenographic study of students' manipulative skills during transition from primary to secondary school. *Jurnal Teknologi*, 71–75.
- Fadzil, Hidayah Mohd, & Saat, R. M. (2014a). Enhancing STEM education during school transition: Bridging the gap in Science manipulative skills. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(3), 209–218.
- Fadzil, Hidayah Mohd, & Saat, R. M. (2014b). Exploring the influencing factors in students' acquisition of manipulative skills during transition from primary to secondary school. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 15(2).
- Fadzil, Hidayah Mohd, & Saat, R. M. (2017). Exploring students' acquisition of manipulative skills during science practical work. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00953a>
- Fadzil, Hidayah Mohd, & Saat, R. M. (2019). The development of a resource guide in assessing students' Science manipulative skills at secondary schools. *Journal of Turkish Science Education*, 16(2), 240–252. <https://doi.org/10.12973/tused.10278a>
- Fadzil, Hidayah Mohd, Saat, R. M., Awang, K., & Adli, D. S. H. (2019). Students' perception of learning STEM-related subjects through Scientist-Teacher-Student Partnership (STSP). *Journal of Baltic Science Education*, 18(4). <https://doi.org/https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.537>
- Fareo, D. O. (2019). Study attitude and academic achievement in Biology at secondary school level in Mubi Metropolis of Adamawa State. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 9(8), 333–340. <https://doi.org/10.29322/IJSRP.9.08.2019.p9253>
- Fatmawati, B. (2019). Study on students ability of visual-spatial on general Biology course. *International Conference on Mathematics and Science Education (ICMScE 2018)*, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022080>
- Fauzi, A., & Mitalistiani, M. (2018). High School Biology topics that perceived difficult by undergraduate students. *DIDAKTIKA BIOLOGI: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 2(2), 73. <https://doi.org/10.32502/dikbio.v2i2.1242>

- Fauzi, A., Rosyida, A. M., Rohma, M., & Khoiroh, D. (2021). The difficulty index of Biology topics in Indonesian Senior High School: Biology undergraduate students' perspectives. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 7(2), 149–158. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v7i2.16538>
- Firman, F., Hermawan, H., Hafid, H., & Walhidayah, W. (2021). VAKT method in EFL teaching process: Does it improve the students' reading comprehension? *Ethical Lingua* Vol.8, No. 2,2021, 449–454. <https://doi.org/10.30605/25409190.318>
- Fitriyana, N., Wiyarsi, A., Sugiyarto, K. H., & Ikhsan, J. (2021). The influences of hybrid learning with video conference and “Chemondro-Game” on students' self-efficacy, self-regulated learning, and achievement toward Chemistry. *Journal of Turkish Science Education*, 18(2), 233–248. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.62>
- Friska Damayanti Syahfitri, Manurung, B., & Sudibyo, M. (2019). The development of problem based virtual laboratory media to improve Science process skills of students in Biology. *International Journal of Research and Review*, 6(6), 64–74. www.ijrrjournal.com
- Fugate, J. M. B., Macrine, S. L., & Cipriano, C. (2018). The role of embodied cognition for transforming learning. *International Journal of School and Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1080/21683603.2018.1443856>
- Furiwai, S., & Singh-Pillay, A. (2020). The views and experiences of Grade 10 Life sciences teachers on the compulsory practical examination. *Perspectives in Education*, 38(1), 242–254. <https://doi.org/10.18820/2519593X/PIE.V38i1.17>
- Gallina, S., Irato, P., & Santovito, G. (2019). Inquiry into animal tracks: An experimental application of IBSE-Inquiry Based Science Education-approach in the Ecological field in primary school. *INTED2019 Proceedings*, 1(March), 186–195. <https://doi.org/10.21125/inted.2019.0089>
- Gautam, P. (2020). *Advantages and disadvantages of online learning*. Retrieved from ELearning Industry: <https://elearningindustry.com/advantages-and-disadvantagesonline-learning>
- George-Williams, S. R., Ziebell, A. L., Thompson, C. D., & Overton, T. L. (2020). Inquiry-, problem-, context- and industry- based laboratories: an investigation into the impact of large-scale, longitudinal redevelopment on student perceptions of teaching laboratories. *International Journal of Science Education*, 42(3), 451–468. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1714788>

- Gheondea-Eladi, A. (2014). Is qualitative research generalizable? *Journal of Community Positive Practices*, XIV(3), 114–124. <http://jppc.ro/?page=descriere&lang=ro&numar=JCPP Nr. 3 2014&articol=IS QUALITATIVE RESEARCH GENERALIZABLE?#articol>
- Gillett-Swan, J. (2017). The challenges of online learning: Supporting and engaging the isolated learner. *Journal of Learning Design*, 10(1), 20–30.
- Gillies, R. M. (2020). *Inquiry-Based Science Education*. Taylor & Francis Group, LLC.
- Gobaw, G. F., & Atagana, H. I. (2016). Assessing laboratory skills performance in undergraduate Biology students. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 5(3), 113–122. <https://doi.org/10.5901/ajis.2016.v5n3p113>
- González-Lloret, M. (2020). Collaborative tasks for online language teaching. *Foreign Language Annals*, 53(2), 260–269. <https://doi.org/10.1111/flan.12466>
- Gultepe, N. (2016). High school Science teachers' views on Science process skills. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(5), 779–800. <https://doi.org/10.12973/ijese.2016.348a>
- Gya, R., & Bjune, A. E. (2021). Taking practical learning in STEM Education home: Examples from do-it-yourself experiments in plant Biology. *Academic Practice in Ecology and Evolution*, 3481–3487. <https://doi.org/10.1002/ece3.7207>
- Hacisalihoglu, G. (2020). From face-to-face to online modality: Implications for undergraduate learning while the world is temporarily closed in the age of COVID-19. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2020.08.30.274506>
- Han, C. G. K., Fah, L. Y., Ah, G. C., Grace, G., Bansa, L. A., Nazarudin, M. N., & Atang, C. (2018). Pengaruh aspek konteks amali Sains terhadap aspek input amali Sains dalam kalangan guru-guru Sains di sekolah menengah luar bandar Sabah. The Influence of context aspects towards input aspects of Science practical among Science teachers in rural secondary. *Journal of Advanced Research Design*, 1(1), 122–139.
- Handayani, T., & Utami, N. (2020). The effectiveness of hybrid learning in character building of Integrated Islamic Elementary School students during the COVID -19 Pandemic. *Journal of Educational Science and Technology (EST)*, 6(3), 276–283. <https://doi.org/10.26858/est.v1i1.15545>
- Hapke, H., Lee-Post, A., & Dean, T. (2021). 3-in-1 Hybrid learning environment. *Marketing Education Review*, 31(2), 154–161. <https://doi.org/10.1080/10528008.2020.1855989>

- Hardianti, T., Pohan, L. A., Maulina, J., & Hasanah, U. (2018). Relationship between curiosity and intrinsic motivation for Science process skills. *Proceedings Ofthe 7th International Conference on Multidisciplinary Research (ICMR 2018)*, *Icmr 2018*, 723–727. <https://doi.org/10.5220/0008893007230727>
- Harding, J. (2019). *Qualitative data analysis from start to finish*. Sage Publications Inc.
- Harris, B. N., McCarthy, P. C., Wright, A. M., Schutz, H., Boersma, K. S., Shepherd, S. L., Manning, L. A., Malisch, J. L., & Ellington, R. M. (2020). From panic to pedagogy: Using online active learning to promote inclusive instruction in ecology and evolutionary Biology courses and beyond. *Ecology and Evolution*, 12581–12612.
- Haryadi, R., & Pujiastuti, H. (2019). Discovery learning based on natural phenomena to improve students' Science process skills. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 5(2), 183–192. <https://doi.org/10.21009/1.05214>
- Hastuti, P. W., Setianingsih, W., & Widodo, E. (2019). Integrating inquiry based learning and Ethnoscience to enhance students' scientific skills and Science literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1387(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1387/1/012059>
- Havlíčková, V., Šorgo, A., & Bílek, M. (2018). Can virtual dissection replace traditional hands-on dissection in school Biology laboratory work? *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1415–1429. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83679>
- Hays, G., & Singh, A. (2012). Qualitative inquiry in clinical and educational settings. In *British Journal of Educational Technology* (Vol. 43, Issue 3). http://books.google.com/books?id=L_PbcZvXUk8C&pgis=1%5Cnhttp://doi.wiley.com/10.1111/j.1467-8535.2012.01317_6.x
- Heath, C., Hindmarsh, J., & Luff, P. (2010). *Video in qualitative research: Analysing social interaction in everyday life*. Sage Publications Inc.
- Hidayah, Y., Dewi, D. A., & Trihastuti, M. (2021). The adaptation of scientific reasoning of prospective teachers for primary education in the perspective of civic science. *Jurnal Civics: Media Kajian Kewarganegaraan*, 18(1), 1–9. <https://doi.org/10.21831/jc.v18i1.36916>
- Hikmah, N., Yamtinah, S., Ashadi, & Indriyanti, N. Y. (2018). Chemistry teachers' understanding of Science process skills in relation of Science process skills assessment in chemistry learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1022(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1022/1/012038>

- Hindriana, A. F. (2016). The Development of Biology practicum learning based on Vee diagram for reducing student cognitive load. *Journal of Education, Teaching and Learning*, 1(2).
- Hindun, I., Nurwidodo, N., & Wicaksono, A. G. C. (2020). Metacognitive awareness components of high-academic ability students in Biology hybrid learning: Profile and correlation. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 6(1), 31–38. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i1.11097>
- Holle, M. J., & Miller, M. J. (2021). Designing asynchronous online fermentation science materials including using a home fermented foods project to engage online learners. *Journal of Food Science Education*, 20(1), 57–62. <https://doi.org/10.1111/1541-4329.12212>
- Hughes, G. (2007). Using blended learning to increase learner support and improve retention. *Teaching in Higher Education*, 12(3), 349–363. <https://doi.org/10.1080/13562510701278690>
- Husni, H. (2020). The effect of inquiry-based learning on religious subjects learning activities: An experimental study in high schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan Islam*, 8(1), 43. <https://doi.org/10.36667/jppi.v8i1.434>
- Idiege, K. J., Nja, C. O., & Ugwu, A. N. (2017). Development of Science process skills among Nigerian Secondary School Science students and pupils : An opinion. *International Journal of Chemistry Education*, 1(2), 13–21. www.premierpublishers.org.issn:2169-3342%0Ahttps://premierpublishers.org/ijce/300620179012.pdf
- Idris, N., Talib, O., Razali, F., Kamaruddin, H., & Hassan, N. M. H. N. (2022). Undergoing Science experiment in hybrid learning. *ASM Science Journal*, 17, 1–10. <https://doi.org/10.32802/asmscj.2022.1173>
- Ifeoma, E. R. (2022). Effects of class and homework on students' achievements in Biology in secondary schools in Enugu East Local Government Area of Enugustate of Nigeria. *Journal of Research in Science and Vocational Education (JRSVE)*, 2(1), 64–70.
- Imaduddin, M., & Hidayah, F. F. (2019). Redesigning laboratories for pre-service chemistry teachers: From cookbook experiments to inquiry-based science, environment, technology, and society approach. *Journal of Turkish Science Education*, 16(4), 489–507. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.3>
- Inayah, A. D., Ristanto, R. H., Sigit, D. V., & Miarsyah, M. (2020). Analysis of science process skills in senior high school students. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4 A), 15–22. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081803>
- Iradat, R. D., & Alatas, F. (2017). The implementation of problem-solving based laboratory activities to teach the concept of simple harmonic motion in Senior High School. *International Conference on Mathematics and Science*

Education (ICMScE). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012014>

- Irwanto, Saputro, A. D., Rohaeti, E., & Prodjosantoso, A. K. (2019). Using inquiry-based laboratory instruction to improve critical thinking and scientific process skills among preservice elementary teachers. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2019(80), 151–170. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.80.8>
- Jabatan Perdana Menteri. (2021). Rancangan Malaysia Kedua Belas, 2021-2025 Malaysia makmur, inklusif, mampan. In *Unit Perancang Ekonomi, Jabatan Perdana Menteri*.
- Jeffery, A. J., Rogers, S. L., Jeffery, K. L. A., & Hobson, L. (2021). A flexible, open, and interactive digital platform to support online and blended experiential learning environments: Thinglink and Thin Sections. *Geoscience Communication*, 4(1), 95–110. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/gc-4-95-2021>
- Jeyasekaran, J. M. (2015). Effectiveness of visual auditory kinesthetic tactile technique on reading level among children with dyslexia at Helikx Open School and Learning Centre, Salem. *International Journal of Medical Science and Public Health*, 4(3), 315. <https://doi.org/10.5455/ijmsph.2015.0511201467>
- Joubert, D., & Van der Merwe, L. (2020). Phenomenology in five music education journals: Recent use and future directions. *International Journal of Music Education*, 38(3), 337–351. <https://doi.org/10.1177/0255761419881492>
- Jumaat, N. F., Saupian, Y., & Lah, N. H. binti C. (2022). Pembelajaran berasaskan inkuiri dalam meningkatkan kemahiran literasi Sains dan pencapaian murid menerusi persekitaran pembelajaran dalam talian. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 7(1), 73–84. <https://doi.org/https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i1.1250>
- Kamaruddin, M., & Tahir, R. M. (2022). Pembelajaran berasaskan inkuiri menggunakan Model 5E dalam kursus pengurusan pusat sumber: Kekuatan dan cabaran. *Jurnal Dunia Pendidikan*, 4(1), 428–435. <http://myjms.mohe.gov.my/index.php/jdpd>
- Karaaslan, H., & Kılıç, N. (2019). Students' attitudes towards blended language courses: A case study. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 15(1), 174–199.
- Kastornova, V. A. E., & Gerova, N. V. (2021). Use of hybrid learning in school education in France. *Proceedings - 2021 1st International Conference on Technology Enhanced Learning in Higher Education, TELE 2021*, 260–264. <https://doi.org/10.1109/TELE52840.2021.9482527>

- Kayacan, K., & Ektem, I. S. (2019). The effects of Biology laboratory practices supported with self-regulated learning strategies on students' self-directed learning readiness and their attitudes towards science experiments. *European Journal of Educational Research*, 8(1), 313–323. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.1.313>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2018a). *Kurikulum standard sekolah menengah Biologi: Dokumen standard kurikulum dan pentaksiran Tingkatan 4 dan 5*.
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2018b). *Laporan tahunan 2018 Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025*. KPM. https://www.padu.edu.my/wp-content/uploads/2019/07/AR2018_BM_reportfinal.pdf
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2018c). *Pentaksiran kemahiran saintifik*. Lembaga Peperiksaan Malaysia. <https://www.scribd.com/presentation/396285832/Pentaksiran-Kemahiran-Saintifik-Pks>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2019). *Pakej matapelajaran menengah atas bagi Tahun 2020, Rujukan Surat Pekeliling Ikhtisas Kementerian Pendidikan Malaysia Bil. 6 tahun 2019*. <http://mki.my/muaturun/TAKLIMAT KEPADA PENGETUA.pdf>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2020a). *Laporan Kebangsaan TIMSS 2019 - Trends in International Mathematics and Science Study*. Perpustakaan Negara Malaysia Data. <https://www.moe.gov.my/muat-turun/penerbitan-dan-jurnal/rujukan-akademik/3918-buku-laporan-timss-2019>
- Kementerian Pendidikan Malaysia. (2020b). *Surat Pekeliling Ikhtisas KPM Bilangan 2 Tahun 2020: Pelaksanaan ujian amali Sains bagi mata pelajaran Fizik, Kimia, Biologi Dan Sains Tambahan Peperiksaan Sijil Pelajaran Malaysia mulai tahun 2021*. <https://www.moe.gov.my/en/pemberitahuan/announcement/spi-kpm-bil2-2020>
- Khalik, M., Abdul Talib, C., & Mohd Rafi, I. B. (2018). Implementation of inquiry-based Science education: Issues, exemplars and recommendations. *Learning Science and Mathematics Journal*, 0832(13). <http://www.recsam.edu.my/joomla/lsmjournal/>
- Kibirige, I., & Maponya, D. (2021). Exploring Grade 11 Physical Science teachers' perceptions of practical work in Mankweng Circuit, South Africa. *Journal of Turkish Science Education*, 18(1), 73–90. <https://doi.org/10.36681/tused.2021.53>
- Killpack, T. L., Fulmer, S. M., Roden, J. A., Dolce, J. L., & Skow, C. D. (2020). Increased scaffolding and inquiry in an introductory Biology lab enhance experimental design skills and sense of scientific ability. *Journal of*

Microbiology & Biology Education, 21(2), 1–10.
<https://doi.org/10.1128/jmbe.v21i2.2143>

- Kurniawati, A., Abdullah, F. F., Agustiono, W., Warninda, S. S., & Kusumaningsih, A. (2020). Introduction virtual reality for learning media in schools in Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(2).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/2/022065>
- Lakhal, S., Bateman, D., & Bédard, J. (2017). Blended synchronous delivery mode in Graduate programs: A literature review and its implementation in the Master teacher program. *Collected Essays on Learning and Teaching*, 10, 47–60. <https://doi.org/10.22329/celt.v10i0.4747>
- Lee, K. S., Ismail, I. I., Azmi, N. A., Zamerahim, M. A., & Yunus, S. (2019). Penggunaan Revicex dalam meningkatkan kecekapan pelajar Sains melalui pelaksanaan Amali tindak balas Amina dalam kalangan pelajar Sains Kolej Matrikulasi Perak Semester 2. *Jurnal Penyelidikan Dedikasi Jilad 17*, 2019.
- Lee, M.-H., Liang, J. C., Wu, Y. T., Chiou, G. L., Hsu, C. Y., Wang, C. Y., Lin, J. W., & Tsai, C. C. (2019). High school students' conceptions of Science laboratory learning, perceptions of the Science laboratory environment, and academic self-efficacy in Science learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1).
<https://doi.org/10.1007/s10763-019-09951-w>
- Li, Q., Li, Z., & Han, J. (2021). A hybrid learning pedagogy for surmounting the challenges of the COVID-19 pandemic in the performing arts education. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7635–7655.
<https://doi.org/10.1007/s10639-021-10612-1>
- Lidia Susanti. (2021). Strategi pembelajaran hibrid berbasis learning engagement era 4.0 pada pembelajaran Biologi di SMA Charis Malang. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pembelajaran*, 36–48.
<http://snastep.com/proceeding/index.php/snastep/index>
- Lightner, C. A., & Lightner-Laws, C. A. (2016). A blended model: simultaneously teaching a quantitative course traditionally, online, and remotely. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 224–238.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/10494820.2013.841262>
- Limiansi, K., Pratama, A. T., & Anazifa, R. D. (2020). Transformation in Biology learning during the Covid-19 Pandemic: From offline to online. *Scientiae Educatia: Jurnal Pendidikan Sains*, 9(2), 189–202.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24235/sc.educatia.v9i2.7381>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Establishing trustworthiness. Naturalistic Inquiry*. Naturalistic Inquiry.

- Louten, J., & Daws, L. B. (2022). Interdisciplinary differences in hybrid courses: A study in Biology and communication. *The Internet and Higher Education*, 53. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2022.100847>
- Ludwig, T., Priemer, B., & Lewalter, D. (2021). Assessing secondary school students' justifications for supporting or rejecting a scientific hypothesis in the Physics lab. *Research in Science Education*, 51(3), 819–844. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09862-4>
- Luen, C. W., Moi, S. N., & Nih, L. B. (2021). Kesahan dan kebolehpercayaan modul pembelajaran berasaskan pengintergrasian model pembelajaran inkuiri 5E dan koperatif. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities*, 6(8), 339–351. <https://doi.org/https://doi.org/10.47405/mjssh.v6i8.950>
- Lukenchuk, A. (2006). Traversing the chiasms of lived experiences: phenomenological illuminations for practitioner research. *Educational Action Research*, 14(3), 423–435. <https://doi.org/10.1080/09650790600847826>
- Macwan, J. S., & Vaghela, I. N. (2021). A study of learning style of higher secondary Science stream students in relation to certain variables. *International Journal of Research in All Subjects in Multi Languages*, 9(7).
- Mahyuna, M., Adlim, M., & Saminan, I. (2018). Developing guided-inquiry-student worksheets to improve the science process skills of high school students on the heat concept. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Malik, M., Fatima, G., Hussain Ch., A., & Sarwar, A. (2017). E-learning: students' perspectives about asynchronous and synchronous resources at higher education level. *Bulletin of Education and Research*, 39(2), 183–195. <http://proxy.cityu.edu/login?url=https://search-proquest-com.proxy.cityu.edu/docview/1986751399?accountid=1230>
- Malterud, K., Siersma, V. D., & Guassora, A. D. (2016). Sample size in qualitative interview studies: Guided by information power. *Qualitative Health Research*, 26(13), 1753–1760. <https://doi.org/10.1177/1049732315617444>
- Maričić, M., Cvjetičanin, S., & Anđić, B. (2019). Teacher-demonstration and student hands-on experiments in teaching integrated sciencest. *Journal of Baltic Science Education*, 18(5), 768–779. <https://doi.org/https://doi.org/10.33225/jbse/19.18.768>
- Maulina, D., Rakhmawati, I., Surbakti, A., Sikumbang, D., & Wahyudi, D. (2021). TPACK: Analysis of Biology learning outcomes at senior high school level's in the Bandar Lampung City during online learning. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 36–47. <https://doi.org/https://doi.org/10.37058/bioed.v6i1.2697>

- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research a guide to design and implementation*. Jossey-Bass.
- Miguel, F. F., Prudente, M. S., & Aguja, S. E. (2021). Enhancing science learning environment, attitude and parental involvement through home based experiment (HBE). *IEEE International Conference on Educational Technology*, 81–84.
- Molefe, L., & Aubin, J. B. (2021). Exploring how science process skills blend with the scientific process: Pre-service teachers' views following fieldwork experience. *South African Journal of Education*, 41(2), 1–13. <https://doi.org/10.15700/saje.v41n2a1878>
- Moore, M. G. (2010). What does research say about the learners using computer-mediated communication in distance learning? *The American Journal of Distance Education* 16(2),61-64, July 2013, 37–41. <https://doi.org/10.1207/S15389286AJDE1602>
- Moorhouse, B. L., & Wong, K. M. (2021). Blending asynchronous and synchronous digital technologies and instructional approaches to facilitate remote learning. *Journal of Computers in Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00195-8>
- Morrison, E. S., Naro-Maciel, E., & Bonney, K. M. (2021). Innovation in a time of crisis: Adapting active learning approaches for remote Biology courses. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 22(1), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/jmbe.v22i1.2341>
- Moussa, N. M. (2021). International students' achievements and adaptation to the United States' culture. *Qualitative Research Journal*, 21(4), 498–512. <https://doi.org/10.1108/QRJ-11-2020-0145>
- Moustafa, B. M. (1999). Multisensory approaches and learning styles theory in the elementary school: Summary of reference papers. *U.S. Department of Education Educational Resources Information Center*, 1–12. <https://eric.ed.gov/?id=ED432388>
- Moustakas, C. (1994). *Phenomenological research methods*. Sage Publications Inc.
- Mustafa, N., Khairani, A. Z., & Ishak, N. A. (2021). Calibration of the science process skills among Malaysian elementary students: A Rasch model analysis. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 10(4), 1344–1351. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i4.21430>
- Natale, C. C., Mello, P. S., & Trivelato, S. L. F. (2021). Evidence of scientific literacy through hybrid and online Biology inquiry-based learning activities. *Higher Learning Research Communications*, 11, 33–49. <https://doi.org/10.18870/hlrc.v11i0.1199>

- Ndihokubwayo, K. (2021). Step by step guidelines on improvising laboratory experiment materials. *Voice of Research*, 10(2), 1–12. http://www.voiceofresearch.org/Doc/Sep-2021/Sep-2021_1.pdf
- Ng, K. T., Jamaludin, J., Pang, Y. J., Choong, C., Lay, Y. F., Ong, E. T., Durairaj, K., Talib, C. A., & Chin, C. K. (2021). Developing conceptual and procedural knowledge/skills of lifelong learners from basic to advance learning: Exemplars, challenges and future direction. *DINAMIKA Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 13(2), 22–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.30595/Dinamika/v14i1.13164>
- Ngala, J. S. (2019). The impact of laboratory based teaching method on secondary schools Biology students' acquisition of Science process skills in Littoral Region of Cameroon. *International Journal of Contemporary Applied Researches*, 6(12), 90–116. www.ijcar.net
- Nguyen, J. G., & Keuseman, K. J. (2020). Chemistry in the kitchen laboratories at home. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3042–3047. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00626>
- Nicolaou, C. (2021). Qualitative methods research through the internet applications and services: The contribution of audiovisual media technology as technology-enhanced research. *International Research in Higher Education*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.5430/irhe.v6n1p1>
- Nidzam, C., Ahmad, C., Yahaya, A., & Sani, S. S. (2020). Pembangunan modul video amali (V-Lab) bagi mempertingkatkan pengajaran dan pemudahcaraan Biologi Tingkatan Empat. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematik Malayisa*, 10(2), 1–7.
- Nidzam, C., Osman, K., & Halim, L. (2010). Hubungan ramalan persekitaran pembelajaran makmal Sains dengan tahap kepuasan pelajar. *Jurnal Pendidikan Malaysia* 35(2)(2010): 19-30, 35(2), 19–30.
- Nilawati, E., & Yaswinda. (2019). The influence of media video CD tutorial on Science-based learning multisensory ecology to improve early childhood cognitive ability. *Proceedings of the International Conference on Education Technology (ICoET 2019)*, 372(1), 22–28. <https://www.atlantispress.com/article/125925049>
- Ningsih, D. Y. S. T., & Sari, F. M. (2022). Students' difficulties with self-discipline during online class. *Journal of English Language Teaching and Learning (JELTL)*, 3(1), 12–20. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/english-language-teaching/index>
- Ningsih, E. L. C., & Jayanti, U. (2022). Discovery blended learning in Biology: Its effectiveness on self-efficacy and student learning outcomes in the new normal era. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 12(2), 147–160. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30998/formatif.v12i2.13748>

- Nix, V., Shelton, K., & Song, M. (2022). Implementing affective learning outcomes through a meaning-centered curriculum. *ICT and Innovation in Teaching Learning Methods in Higher Education*, 45(Emerald Publishing Limited, Bingley), 65–88. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/S2055-364120220000045005>
- Noor, M. Z. M. (2021). *Ilustrasi ringkas analisa tematik (AT) menggunakan Perisian Atlas.ti 8 (Edisi Pertama)*. Penerbit Universiti Putra Malaysia 2021.
- Nordin, N., & Daud, M. Y. (2020). Level of readiness of daily secondary school students for use of augmented reality in Form 2 Science textbooks. *Universal Journal of Educational Research* 8, 17–24(11A). <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082103>
- Norhasliza Abdullah. (2020). Persepsi pelajar terhadap penggunaan Google Classroom sebagai media E-pembelajaran dalam kursus penyelidikan pendidikan-Kertas Projek. *Jurnal Penyelidikan Pendidikan*, 21, 69–82.
- Norwood, M. (2019). *The impact of the Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) 5E Model on middle level students' content knowledge* [University of South Carolina]. <https://scholarcommons.sc.edu/etd/5190>
- Novak, M., & Schwan, S. (2021). Does touching real objects affect learning? *Educational Psychology Review*, 33, 637–665. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10648-020-09551-z>
- Nugraha, I., Putri, N. K., & Sholihin, H. (2020). *An analysis of the relationship between students' scientific attitude and students' learning style in Junior High School*. 3(January). <https://doi.org/10.17509/jsl.v3i3.22873>
- Nugraheni, A. A., & Wuryandani, W. (2018). The effect of Science Technology and Society Models on Science process skills. *Informasi: Kajian Ilmu Komunikasi*, 48(2), 213–227. <https://doi.org/10.21831/informasi.v48i2.21359>
- Nur, S., & Ozkan, M. (2017). Evaluation of the concepts and subjects in Biology perceived to be difficult to learn and teach by the pre-service teachers registered in the pedagogical formation program. *European Journal of Educational Research*, 6(4), 495–508. <https://doi.org/10.12973/eujer.6.4.495>
- Obi, N. C., Cornelius-Ukpepi, & Ndifo, R. A. (2019). Constructivists' theory and Science education classroom. *European Journal of Scientific Research*, 154(4), 549–553.
- Ogunkola, B., & Samuel, D. (2011). Science teachers' and students' perceived difficult topics in the Integrated Science Curriculum of Lower Secondary Schools in Barbados. *World Journal of Education*, 1(2), 17–29. <https://doi.org/10.5430/wje.v1n2p17>

- Ohn-Sabatello, T. (2020). Incorporating technology tools and the 5E instructional model to teach high school students Chemistry by online instruction. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00824>
- Oliver, M., & Troemel, V. (2022). Self-explaining photosynthesis to achieve conceptual change: An analysis of explanation content. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(7), 410–448. <https://doi.org/https://doi.org/10.26803/ijlter.21.7.22>
- Ong, E. T., Govindasamy, D., Singh, C. K. S., Ibrahim, M. N., Wahab, N. A., Borhan, M. T., & Tho, S. W. (2021). The 5E inquiry learning model: Its effect on the learning of electricity among Malaysian students. *Cakrawala Pendidikan*, 40(1), 170–182. <https://doi.org/doi:10.21831/cp.v40i1.33415>
- Østergaard, E., Dahlin, B., & Hugo, A. (2008). Doing phenomenology in science education: A research review. *Studies in Science Education*, 44(2), 93–121. <https://doi.org/10.1080/03057260802264081>
- Othman, L. (2014). *Penyelidikan kualitatif pengenalan kepada teori dan metode*. Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Özkul, H., & Özden, M. (2020). Investigation of the effects of Engineering-Oriented STEM integration activities on scientific process skills and STEM career interests: A mixed methods study. *TeEğitim VBilim*, August. <https://doi.org/10.15390/eb.2020.8870>
- Padilla-Díaz, M. (2015). Phenomenology in educational qualitative research: Philosophy as Science or Philosophical Science? *International Journal of Educational Excellence*, 1(2), 101–110. https://doi.org/10.1007/978-1-84628-317-8_5
- Padilla, M. J., Okey, J. R., & Garrard, K. (1984). Integrated Science process skill achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(3), 277–287. <https://doi.org/10.1002/tea.3660210305>
- PADU. (2020). *Laporan tahunan 2020, Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025*. Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pandey, H., & Pande, P. P. (2014). Video conferencing: An efficient e-learning tool for distance education. *International Journal of Innovation and Scientific Research*, 10(2), 308–311. <http://www.ijisr.issr-journals.org/>
- Panjaitan, R. L., Sujana, A., & Jayadinata, A. K. (2019). Plan your own science experiment: Elaborating students' creativity and problems in science laboratory activity. *Journal of Physics: Conference Series*, 1318(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1318/1/012057>

- Patton, M. Q. (2002). Qualitative research and evaluation methods: Third Edition. In *Qualitative Inquiry*. http://books.google.com/books/about/Qualitative_research_and_evaluation_meth.html?id=FjBw2oi8EI4C
- Patton, M. Q. (2015). Qualitative research and evaluation methods: Theory and practice; Fourth Edition. In *SAGE Publications, Inc.*
- Peachey, N. (2017). *Synchronous online teaching*. In *Digital language learning and teaching*. Routledge.
- Perveen, A. (2016). Synchronous and asynchronous E-language learning - International Council for Open and Distance Education.pdf. *Open Praxis*, 8(1), 21–39.
- Phaeton, M. J., & Stears, M. (2016). Exploring the alignment of the intended and implemented curriculum through teachers' interpretation: A case study of A-Level Biology practical work. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 723–740. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00640a>
- Ping, I. L. L. (2020). Keberkesanan modul Lab-MADI terhadap kemahiran penghujahan, kemahiran proses Sains dan penguasaan konsep Resapan dan Osmosis. In *Fakulti Pendidikan*. Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Ping, I. L. L., Halim, L., & Osman, K. (2019). The effects of explicit scientific argumentation instruction through practical work on Science process skills. *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran IPA*, 5(2), 112. <https://doi.org/10.30870/jppi.v5i2.5931>
- Prabha, S. (2016). Laboratory experiences for prospective Science teachers: A meta-analytic review of issues and concerns. *European Scientific Journal*, 12(34), 235–250. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n34p235>
- Prajoko, S., Amin, M., Rohman, F., & Gipayana, M. (2017). The usage of recycle materials for Science practicum: Is there any effect on Science process skills? *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.11591/ijere.v6i1.6340>
- Prasetya, D. D., Wibawa, A. P., Hirashima, T., & Hayashi, Y. (2020). Designing rich interactive content for blended learning: A case study from Indonesia. *The Electronic Journal of E-Learning*, 18(4), 277–287. <https://doi.org/10.34190/EJEL.20.18.4.001>
- Prasetyaningrum, S., & Faradila, A. (2019). Application of VAKT methods (Visual, Auditory, Kinesthetic, and Tactile) to improve the ability reading for mild mental retardation. *4th ASEAN Conference on Psychology, Counselling, and Humanities (ACPCH 2018)*, 304(Acpch 2018), 379–385. <https://doi.org/10.2991/acpch-18.2019.91>

- Pratama, R., Handoko, A., & Anwar, C. (2020). Association of physical body-kinesthetic (multiple intelligences) mobility with student learning outcome. *International Conference on Mathematics and Science Education 2019 (ICMScE 2019)*, 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042001>
- Prilipsky, R. E., & Zaeva, M. A. (2020). A hybrid system for building a personal knowledge base. *Postproceedings of the 10th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2019 (Tenth Annual Meeting of the BICA Society)*, 96–99.
- Pulham, E., & Graham, C. R. (2018). Comparing K-12 online and blended teaching competencies: A literature review. *Distance Education*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/01587919.2018.1476840>
- Pushpalatha, U. (2020). Technology integrated language learning for business shipping students. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 9(2), 5845–5848.
- Raes, A., Detienne, L., Windey, I., & Depaepe, F. (2020). A systematic literature review on synchronous hybrid learning: Gaps identified. *Learning Environments Research*, 23(3), 269–290. <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09303-z>
- Rahman, N. A., & Daud, A. N. M. (2017). Pendekatan IBSE dalam pengajaran dan pembelajaran Sains abad ke-21: Satu perbincangan. *International Conference on Global Education V "Global Education, Common Wealth, and Cultural Diversity,"* 872–889.
- Raimondi, S. L., Bennett, K. F., Guenther, M. F., Ksiazek-Mikenas, K., & Mineo, P. M. (2020). Guided homework assignments prepare students for flipped Introductory Biology classroom. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 21(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.1128/jmbe.v21i2.2089>
- Ranganathan, S., Negash, S., & Wilcox, M. V. (2007). Hybrid learning: Balancing face-to-face and online class sessions. *In Proceedings of the Tenth Annual Conference of the Southern Association for Information Systems Jacksonville, Florida*, 178–182.
- Rehn, Nicki, Maor, D., & McConney, A. (2018). The specific skills required of teachers who deliver K–12 distance education courses by synchronous videoconference: Implications for training and professional development. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(4), 417–429. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1483265>
- Rehn, Nicole, Maor, D., & McConney, A. (2016). Investigating teacher presence in courses using synchronous videoconferencing. *Distance Education*, 37(3), 302–316. <https://doi.org/10.1080/01587919.2016.1232157>
- Rini, D. S., Adisyahputra, & Sigit, D. V. (2020). Boosting student critical thinking ability through project based learning, motivation and visual, auditory,

- kinesthetic learning style: A study on Ecosystem topic. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4A), 37–44.
<https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081806>
- Robledo, D. A. (2021). Biology at Home: The six attributes of home-based Biology experiments (HBEs) for remote authentic learning. *Psychology and Education*, 58(3), 4319–43123.
<https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14474094>
- Roby, T., Ashe, S., Singh, N., & Clark, C. (2013). Shaping the online experience: How administrators can influence student and instructor perceptions through policy and practice. *Internet and Higher Education*, 17(1), 29–37.
<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.09.004>
- Rokos, L., & Zavodska, R. (2020). Efficacy of inquiry-based and “Cookbook” labs at Human Physiology lessons at university level - Is there an impact in relation to acquirement of new knowledge and skills? *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(12), em1909.
<https://doi.org/10.29333/ejmste/9124>
- Rorimpandey, W. H. F., & Midun, H. (2021). Effect of hybrid learning strategy and self-efficacy on learning outcomes. *Journal of Hunan University Natural Science*, 48(8), 181–189.
<http://jonuns.com/index.php/journal/article/view/672>
- Rosita, N., Saun, S., & Mairi, S. (2019). Google Classroom for hybrid learning in Senior High School. In *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*.
- Rybska, E. (2018). *Promoting IBSE using living organisms: Studying snails in the secondary Science classroom* (Issue November).
https://doi.org/10.1007/978-3-319-91406-0_3
- Saat, R. M., Fadzil, H. M., Adli, D. S. H., & Awang, K. (2021). STEM teachers' professional development through Scientist-Teacher-Students Partnership (STSP). *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 357–367.
<https://doi.org/10.15294/jpii.v10i3.27845>
- Salleh, W. N. W. M., Ahmad, C. N. C., & Setyaningsih, E. (2021). Difficult topics in Biology from the view point of students and teachers based on KBSM implementation. *Educatum JSMT*, 8(1), 49–56.
- Sanfilippo, F., Blazauskas, T., Salvietti, G., Ramos, I., Vert, S., Radianti, J., Majchrzak, T. A., & Oliveira, D. (2022). A perspective review on integrating VR/AR with haptics into STEM education for multi-sensory learning. *Robotics*, 11(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/robotics11020041>

- Sanni, K. T., & Emeke, E. A. (2017). Direct and indirect effects of personality type and learning style preferences on students' achievement in Senior Secondary School Biology in Osun State, Nigeria. *European Journal of Education Studies*, 3(11), 825–839. <https://doi.org/doi:10.5281/zenodo.1133870>
- Sanni, & Taiwo, K. (2019). A study of birth order, learning styles and academic performance of Senior Secondary School Science Students in Osun State, Nigeria. *International Journal of Academic Pedagogical Research (IJAPR)*, 3(8), 1–5. www.ijeais.org/ijapr
- Sanpanich, N. (2021). Investigating factors affecting students' attitudes toward hybrid learning. *REFlections*, 28(2), 208–227.
- Sari, U., Alici, M., & Sen, Ö. F. (2018). The effect of STEM instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinions. *Electronic Journal of Science Education*, 22(1), 1–21.
- Sariođlan, A. B., Ően, R., & AltaŐ, R. (2021). What do secondary school students think about experimental practices in science lessons taught in distance education?. *Journal of Educational Technology and Online Learning*, 4(2), 193–214.
- Scheer, A., & Plattner, H. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Transforming Constructivist Learning into Action: Design Thinking in Education*, 17(3), 8–19.
- Schnell, L. J., Simpson, G. L., Suchan, D. M., Quere, W., Weger, H. G., & Davis, M. C. (2021). An at-home laboratory in plant biology designed to engage students in the process of science. *Academic Practice in Ecology and Evolution*, 17572–17580. <https://doi.org/DOI:10.1002/ece3.8441>
- Seidelin, L., Albrechtsen, T. R. S., Schöps, K., Holmer, M., & Wahlberg, M. (2019). Does teaching about artificial reefs trigger students' situational interest in marine biology? *Journal of Biological Education*, 1–12. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1679659>
- Selco, J. I. (2020). Using hands-on Chemistry experiments while teaching online. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2617–2623. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00424>
- Sengupta, P., Dickes, A., & Farris, A. (2018). Toward a phenomenology of computational thinking in STEM education. *Computational Thinking in the STEM Disciplines*, 49–72.
- Őentürk, C., & Sari, H. (2018). Investigation of the contribution of differentiated instruction into science literacy. *Qualitative Research in Education*, 7(2), 197–237. <https://doi.org/10.17583/qre.2018.3383>

- Shana, Z., & Abulibdeh, E. S. (2020). Science practical work and its impact on students' science achievement. *Journal of Technology and Science Education*, 10(2), 199–215. <https://doi.org/10.3926/JOTSE.888>
- Shokouhi, M., Nasiriani, K., Khankeh, H., Fallahzadeh, H., & Khorasani-Zavareh, D. (2019). Exploring barriers and challenges in protecting residential fire-related injuries: A Qualitative Study. *Journal of Injury and Violence Research*, 11(1), 81–92. <https://doi.org/doi:10.5249/jivr.v11i1.1059>
- Shuhimi, R. E., Surif, J., & Ibrahim, N. H. (2015). Using inquiry based module in chemistry laboratory work to enhance manipulative skills. *Universiti Teknologi Malaysia Institutional Repository*. <https://core.ac.uk/download/83531808.pdf>
- Siburian, J., Muthia, G. A., Pramani, N. A., Suryaningrum, & Sonia, E. (2022). Effectiveness of high school Biology learning during the Covid-19 pandemic in Muaro Jambi Regency. *Atrium Pendidikan Biologi*, 7(1), 53–63. [https://doi.org/10.1016/s0167-0115\(01\)00338-x](https://doi.org/10.1016/s0167-0115(01)00338-x)
- Silva, R. M. R. da, Farias, C. F. G., Ramos, A. G. A., & Mesquita, I. M. R. (2022). A novice teacher as facilitator of learning during a hybrid sport education/step-game approach volleyball season. *Journal of Sports Science and Medicine*, 21, 153–163. <https://doi.org/https://doi.org/10.52082/jssm.2022.153>
- Singer, S. R., Hilton, M. L., & Schweingruber, H. A. (2006). *America's lab report: Investigations in high school Science*. The National Academic Press.
- Solikhin, F., Sugiyarto, K. H., & Ikhsan, J. (2019). The impact of virtual laboratory integrated into hybrid learning use on students' achievement. *Jurnal Ilmiah Peuradeun Vol. 7, No. 1, January 2019 Page: 81-94*, 7(1).
- Sotáková, I., Ganajová, M., & Babinčáková, M. (2020). Inquiry-based Science education as a revision strategy. *Journal of Baltic Science Education*, 19(3), 499–513. <https://doi.org/https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.499>
- Sumintono, B. (2017). Science education in Malaysia: Challenges in the 21st century. *Cakrawala Pendidikan*, 459–470.
- Supriani, Y., Fardillah, F., Rmudi, T., & Herman, T. (2019). Developing students' mathematical justification skill through experiential learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1179(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1179/1/012070>
- Suryanti, Widodo, W., & Budijastuti, W. (2020). Guided discovery problem-posing: An attempt to improve science process skills in elementary school. *International Journal of Instruction*, 13(3), 75–88. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.1336a>

- Suryawati, E., & Osman, K. (2018). Contextual learning: Innovative approach towards the development of students' scientific attitude and natural science performance. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 61–76. <https://doi.org/10.12973/ejmste/79329>
- Sutisna, E., & Vonti, L. H. (2020). Innovation development strategy for hybrid learning. *Journal of English Education*, 9(1), 103–114.
- Syafril, S., Latifah, S., Engkizar, E., Damri, D., Asril, Z., & Yaumas, N.E. (2021). Hybrid learning on problem-solving abilities in physics learning : A literature review. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1796, N. 1,p.012021). IOP Publishing
- Syahputri, D. (2019). The effect of multisensory teaching method on the students' reading achievement. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 2(1), 124–131. <https://doi.org/10.33258/birle.v2i1.192>
- Szeto, E., & Cheng, A. Y. N. (2014). Towards a framework of interactions in a blended synchronous learning environment: what effects are there on students' social presence experience? *Interactive Learning Environments*, 24(3), 487–503. <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.881391>
- Thorne, S. (2000). Data analysis in qualitative research. In *Evidence-based Nursing* (Vol. 3, pp. 68–70).
- Tomaszewski, R. (2021). A STEM e-class in action: A case study for asynchronous one-shot library instruction. *The Journal of Academic Librarianship*, 47(5), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.acalib.2021.102414>
- Trilaksono, K., & Santoso, H. B. (2017). Moodle based learning management system development for kinesthetic learning style. *2017 7th World Engineering Education Forum (WEEF)*, 602–606.
- Trnova, E., & Trna, J. (2017). *Connectivism and teacher constructivism in Science and Technology Education focusing on inquiry-based Science education*. 12, 69–75.
- Ursavas, N., & Kesimal, A. (2020). Determination of the factors affecting high school students' preferences of and satisfaction with choosing Biology as an elective course. *Journal of Science Learning*, 3(2), 46–56. <https://doi.org/10.17509/jsl.v3i2.20714>
- Valls-Bautista, C., Sole-LLussa, A., & Casanoves, M. (2021). Pre-service teachers' acquisition of scientific knowledge and scientific skills through inquiry-based laboratory activity. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 11(5). <https://doi.org/10.1108/HESWBL-07-2020-0161>

- Varma, K. (2020). Technology-enhanced parent involvement in Science education. *The Role of Technology in Education*, 1–12. <https://doi.org/10.5772/intechopen.86266>
- Viegas, C., Pavani, A., Lima, N., Marques, A., Pozzo, I., Dobboletta, E., Atencia, V., Barreto, D., Calliari, F., Fidalgo, A., Lima, D., Temporão, G., & Alves, G. (2018). Impact of a remote lab on teaching practices and student learning. *Computers and Education*, 126(July), 201–216. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.012>
- Voon, S. H., & Amran, M. S. (2021). Pengaplikasian teori pembelajaran Konstruktivisme dalam pembelajaran Matematik. *Sains Insani*, 6(2). <https://doi.org/10.33102/sainsinsani.vol6no2.285>
- W. Bybee, R. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. NSTA Press, National Science Teachers Association.
- Wai, H. O., & Khine, S. S. (2020). An investigation into the difficulties of students in learning Biology. *J. Myanmar Acad. Arts Sci*, 9(9).
- Wang, Q., Quek, C. L., & Hu, X. (2017). Designing and improving a blended synchronous learning environment: An educational design research. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(3), 99–118. <https://doi.org/https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i3.3034>
- Wei, J., Treagust, D. F., Mocerino, M., Lucey, A. D., Zadnik, M. G., & Lindsay, E. D. (2019). Understanding interactions in face-to-face and remote undergraduate science laboratories: A literature review. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(14). <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s43031-019-0015-8>
- Weitze, C. L. (2015). Pedagogical innovation in teacher teams– An organisational learning design model for continuous competence development. *Proceedings of 14th European Conference on E-Learning ECEL-2015*.
- Wijayanti, R., Sugiyarto, K. H., & Ikhsan, J. (2019). Effectiveness of using virtual chemistry laboratory integrated hybrid learning to students' learning achievement. *Journal of Physics: Conference Series*, 1156(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1156/1/012031>
- Wiles, G. L., & Ball, T. R. (2013). The converged classroom. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--22561>
- Williams, M., & Moser, T. (2019). The art of coding and thematic exploration in qualitative research. *International Management Review*, 15(1), 45–55.

- Wong, R. (2020). When no one can go to school: does online learning meet students' basic learning needs? *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1789672>
- Xie, C., Li, C., Sung, S., & Jiang, R. (2022). Engaging students in distance learning of Science with remote labs 2.0. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(1), 15–31. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3153005>
- Yang, K. K., Lin, S. F., Hong, Z. R., & Lin, H. S. (2016). Exploring the assessment of and relationship between elementary students' scientific creativity and Science inquiry. *Creativity Research Journal*, 28(1), 16–23. <https://doi.org/10.1080/10400419.2016.1125270>
- Yeap Koon Peng. (2007). Tahap pencapaian dan pelaksanaan kemahiran proses sains dalam kalangan guru pelatih. In *Universiti Sains Malaysia*.
- Yeşiloğlu, S. N., & Köseoğlu, F. (2020). Epistemological problems underlying pre-service Chemistry teachers' aims to use practical work in School Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(2), 276–288. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00953a>
- Yin, R. K. (2015). Qualitative research from start to finish: Second edition. In *Guilford publications*. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195176216.003.0006>
- Youngblood, J. P., Webb, E. A., Gin, L. E., Leusen, P. van, R., J. H., VandenBrooks, J. M., & Brownell, S. E. (2022). Anatomical self-efficacy of undergraduate students improves during a fully online Biology course with at-home dissections. *Advances in Physiology Education*, 46(1), 125–139.
- Yüzüak, A. V., & Reçpekthüda, R. (2022). Evaluation of skill-based questions according to Science education teachers in Turkey. *Science Education International*, 33(1), 122–132. <https://doi.org/10.33828/sei.v33.i1.13>
- Zacharia, Z. C. (2015). Examining whether touch sensory feedback is necessary for science learning through experimentation: A literature review of two different lines of research across K-16. *Educational Research Review*, 16, 116–137. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2015.10.001>
- Zamili, M. (2015). Menghindar dari bias: Praktik triangulasi dan kesahihan riset kualitatif. *Jurnal Lisan Al Hal*, 7(2), 283–304. <https://journal.ibrahimy.ac.id/index.php/lisanalhal/article/view/97/84>
- Zulirfan, Iksan, Z. H., Osman, K., & Salehudin, S. N. M. (2018). Take-home-experiment: Enhancing students' scientific attitude. *Journal of Baltic Science Education*, 17(5), 828–837.

Zulkifli, Z., Fatmawati, F., & Tarmansyah, T. (2013). Meningkatkan kemampuan mengenal bilangan 1 sampai 10 melalui metode VAKT bagi anak tunagrahita sedang. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Khusus*, 2(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/jupe11610.64>

Zulkipli, Z. A., Yusof, M. M. M., Ibrahim, N., & Dalim, S. F. (2020). Identifying scientific reasoning skills of Science education students. *Asian Journal of University Education (AJUE)*, 16(3), 275–280. <https://doi.org/http://doi.org/10.24191/ajue.v16i3.10311>

