

**ANALISIS *TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND  
CONTENT KNOWLEDGE* GURU BIOLOGI DALAM  
KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN 4C  
KELAS X SMA NEGERI DI  
BANDAR LAMPUNG**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**Finadia Firdaus  
NPM: 1911060314**



**Program Studi : Pendidikan Biologi**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN  
LAMPUNG  
1445 H / 2024 M**

**ANALISIS *TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT*  
KNOWLEDGE GURU BIOLOGI DALAM KAITANNYA  
DENGAN KETERAMPILAN 4C KELAS X  
SMA NEGERI DI BANDAR LAMPUNG**

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-  
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)  
Dalam Ilmu Pendidikan Biologi

Oleh:

***Finadia Firdaus***

**NPM: 1911060314**

**Program Studi: Pendidikan Biologi**

**Pembimbing I : Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd.**

**Pembimbing II : Anisa Oktina Sari Pratama, M.Pd.**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN  
LAMPUNG**

**1445 H / 2024 M**

## ABSTRAK

# ANALISIS *TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE* GURU BIOLOGI DALAM KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN 4C KELAS X SMA NEGERI DI BANDAR LAMPUNG

Oleh  
**Finadia Firdaus**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru biologi dalam kaitannya dengan keterampilan 4C kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan jenis penelitian korelasi (*correlational research*). Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *purposive sampling*. Teknik pengumpulan data menggunakan wawancara, angket, lembar observasi, tes, dan dokumentasi. Teknik analisis data menggunakan uji hipotesis *Pearson Correlation Product Moment*.

Kesimpulan penelitian ini yaitu terdapat hubungan yang kuat dan positif antara kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru biologi dengan keterampilan 4C peserta didik kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai koefisien *Pearson Correlation* memperoleh nilai sebesar 0,593 masuk ke dalam kategori korelasi cukup dan bertanda positif, itu artinya terdapat hubungan yang searah dan signifikan antara kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru dengan keterampilan 4C peserta didik, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima. Semakin baik kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru maka keterampilan 4C peserta didik akan semakin meningkat.

**Kata Kunci:** Guru Biologi, Keterampilan 4C, *Technological Pedagogical and Content Knowledge*.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF PEDAGOGICAL TECHNOLOGY AND CONTENT OF BIOLOGY TEACHER'S KNOWLEDGE IN RELATION TO CLASS X 4C SKILLS STATE HIGH SCHOOL IN BANDAR LAMPUNG

By  
**Finadia Firdaus**

This research aims to determine the relationship between the *Technological Pedagogical and Content Knowledge* abilities of biology teachers in relation to the 4C skills of class X State High Schools in Bandar Lampung. This research uses a quantitative approach with a type of correlation research. The sampling technique uses purposive sampling technique. Data collection techniques use interviews, questionnaires, observation sheets, tests and documentation. The data analysis technique uses the Pearson Correlation Product Moment hypothesis test.

The conclusion of this research is that there is a strong and positive relationship between the *Technological Pedagogical and Content Knowledge* abilities of biology teachers and the 4C skills of class X students at State High Schools in Bandar Lampung. It can be seen that the Pearson Correlation coefficient value is 0.593, which is in the sufficient correlation category and has a positive sign, which means there is a unidirectional and significant relationship between the teacher's *Technological Pedagogical and Content Knowledge* abilities and the students' 4C skills, so  $H_0$  is rejected and  $H_a$  accepted. The better the teacher's *Technological Pedagogical and Content Knowledge* skills, the more students' 4C skills will improve.

**Keywords:** 4C Skills, Biology Teacher, Technological Pedagogical and Content Knowledge.

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Finadia Firdaus

NPM : 1911060314

Program Studi : Pendidikan Biologi

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “*Analisis Technological Pedagogical and Content Knowledge Guru Biologi Dalam Kaitannya Dengan Keterampilan 4C Kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung*” adalah sepenuhnya hasil karya penelitian penulis sendiri dan bukan plagiat atau duplikat karya orang lain kecuali pada bagian yang dirujuk, kutipan-kutipan, dan yang disebut dalam *footnote* atau daftar pustaka. Apabila suatu saat nanti terbukti ada penyimpangan dalam karya penelitian ini, maka penulis akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 10 Januari 2024



**Finadia Firdaus**  
**NPM. 1911060314**



**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG**  
**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 ☎(0721) 703260

**PERSETUJUAN**

**Judul Skripsi** : *Analisis Technological Pedagogical and Content Knowledge Guru Biologi Dalam Kaitannya Dengan Keterampilan 4C Kelas X SMA Negeri Di Bandar Lampung*

**Nama** : **Finadia Firdaus**

**NPM** : **1911060314**

**Jurusan** : **Pendidikan Biologi**

**Fakultas** : **Tarbiyah Dan Keguruan**

**MENYETUJUI**

Untuk dimunaqsyahkan dan dipertahankan dalam Sidang  
Munaqsyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan  
Lampung.

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

**Nuzhatul Bidayati Haka, M.Pd.**  
**NIP. 198709072023212039**

**Anisa Oktina Sari Pratama, M.Pd.**  
**NIK. 2021120119911029100**

**Mengetahui,**  
**Ketua Program Studi Pendidikan Biologi**

  
**Dr. Heru Juabdin Sada, M.Pd.I**  
**NIP. 198409072015031001**





**KEMENTERIAN AGAMA**  
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG**  
**FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 ☎(0721) 703260

**PENGESAHAN**

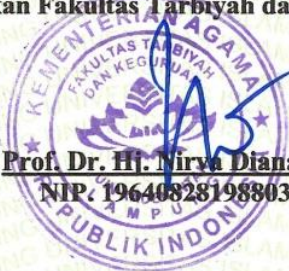
Skripsi dengan judul **“Analisis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi Dalam Kaitannya Dengan Keterampilan 4C Kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung”** yang disusun oleh: **Finadia Firdaus, NPM: 1911060314** Program Studi **Pendidikan Biologi** telah diujikan pada sidang **Munaqosyah** Fakultas Tarbiyah dan Keguruan di Hari/Tanggal: **Rabu, 03 Januari 2024** pukul **07:30-09:00 WIB** bertempat di **Ruang Munaqosyah PSPB**.

**TIM PENGUJI**

**Ketua Sidang** : **Dr. Heru Juabdin Sada, M.Pd.I.** (.....)  
**Sekretaris Sidang** : **Raicha Oktafiani, M.Pd.** (.....)  
**Penguji I** : **Laila Puspita, M.Pd.** (.....)  
**Penguji II** : **Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd.** (.....)  
**Penguji III** : **Anisa Oktina Sari Pratama, M.Pd.** (.....)

**Mengetahui,**  
**Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan**

**Prof. Dr. H. Nirva Dīāna, M.Pd.**  
**NIP. 196408281988032002**



## MOTTO

وَعَلَّمْنَاهُ صَنْعَةَ لَبُوسٍ لَكُمْ لِتُحْصِنَكُمْ مِنْ بَأْسِكُمْ فَهَلْ أَنْتُمْ شَاكِرُونَ ﴿٨٠﴾

*“Kami mengajarkan pula kepada Daud cara membuat baju besi untukmu guna melindungimu dari serangan musuhmu (dalam peperangan). Maka, apakah kamu bersyukur (kepada Allah)?*

**(Q.S Al-Anbiya' : 80)<sup>1</sup>**



---

<sup>1</sup> Abdullah, *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5* (Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i, 2003).



## PERSEMBAHAN

*Alhamdulillah robbil'alamin*, puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya penulis telah menyelesaikan skripsi ini. Dengan segala rasa syukur dan bangga kupersembahkan skripsi ini kepada:

1. Kedua orang tuaku yang selalu memberikan do'a, semangat, cinta, dan kasih sayang yang tak ternilai sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih atas segala pengorbanan yang telah engkau berikan. Semoga selalu diberi kesehatan dan panjang umur agar selalu menemani langkah kecilku menuju kesuksesan.
2. Kakak, adikku tersayang, dan juga keluarga besar yang selalu menyemangati, mendukung, dan mendoakan disetiap langkahku dengan tulus.
3. Almamater tercinta UIN Raden Intan Lampung.



## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Finadia Firdaus, lahir di Bandar Jaya Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 06 Maret 2000. Penulis lahir dari pasangan Bapak Ahmad Firdaus dan Ibu Eka Yulianti. Penulis merupakan anak kedua dari empat bersaudara, yakni Briptu Fiskaura Firdaus, Fiolanda Fidaus, dan Innafath Barkha SJP.

Penulis pertama kali mengenyam pendidikan formal di TK Negeri Pembina Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2005 dan lulus pada tahun 2006. Penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Poncowati pada tahun 2006 dan lulus pada tahun 2012. Kemudian penulis menempuh pendidikan di SMP Negeri 1 Terbanggi Besar pada tahun 2012. Saat di SMP, penulis masuk ke dalam kelas akselerasi dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya penulis menempuh pendidikan di SMA Negeri 1 Terusan Nunyai pada tahun 2014 dan lulus pada tahun 2017. Selama dibangku SMA, penulis aktif mengikuti kegiatan ekstrakurikuler Palang Merah Remaja (PMR).

Pada tahun 2019, penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa program studi Pendidikan Biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan di UIN Raden Intan Lampung. Pada tahun 2022 penulis melaksanakan KKN-DR di Kampung Terbanggi Besar Kecamatan Terbanggi Besar Kabupaten Lampung Tengah. Selanjutnya penulis melaksanakan PPL di SMA Negeri 1 Bandar Lampung.

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillah* *robbil'alam*, puji syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dengan rasa syukur yang mendalam, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “ANALISIS *TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE* GURU BIOLOGI DALAM KAITANNYA DENGAN KETERAMPILAN 4C KELAS X SMA NEGERI DI BANDAR LAMPUNG”. Shalawat teriring salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang senantiasa mencintai dan mengharapkan kebaikan bagi umatnya. Semoga kelak di hari akhir kita di akui sebagai bagian dari umatnya dan mendapat syafaatnya. *Aamiin*.

Adapun tujuan dari penulisan skripsi ini dalam rangka memenuhi dan melengkapi syarat-syarat guna memperoleh gelar sarjana pendidikan dalam ilmu Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung. Dalam usaha penyelesaian penulisan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak mendapat bantuan, bimbingan, motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih yang tulus dan mendalam. Ucapan terima kasih ini penulis berikan kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Dr. Heru Juabdin Sada, M.Pd.I selaku Ketua Program Studi Pendidikan Biologi.
3. Nukhbatul Bidayati Haka, M.Pd selaku pembimbing I yang tiada henti-hentinya memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi yang sangat bermanfaat bagi penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini..
4. Anisa Oktina Sari Pratama, M.Pd selaku pembimbing II yang selalu membimbing dan menyemangati sampai selesainya skripsi ini dengan baik.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Jurusan Pendidikan Biologi yang telah mendidik, membimbing, dan membekali ilmu kepada penulis selama menuntut ilmu di UIN Raden Intan Lampung.

6. Kepala sekolah, guru, peserta didik, dan para staf yang telah memperkenalkan peneliti untuk mengadakan penelitian.
7. Untuk sahabat dari semasa SMPku sampai saat ini yaitu ACCOMSA 225. Terima kasih atas dukungan dan semangat yang selalu diberikan kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuanganku yaitu Dheana Magistra, Eni Kurnia Sari, Enggitia Wulan Suci, Fidia Diah Ayuni, dan Lana Fauzia yang selalu memotivasi, memberi dukungan, berbagi canda tawa, suka maupun duka dari awal semester sampai saat ini. Semoga selalu terjalin silaturahmi yang baik.
9. Rekan Tim TPACK yaitu Elsinta Tisan dan Dwi Wahyu Ningsih yang telah menemani penulis dari awal menyusun proposal, penelitian, hingga terselesainya skripsi ini.
10. Tak lupa juga teman-teman jurusan Pendidikan Biologi angkatan 2019, khususnya untuk kelas E yang telah kebersamai penulis selama dibangku kuliah.
11. Almamater UIN Raden Intan Lampung yang telah memberikan banyak pengalaman yang akan selalu dikenang sampai kapan pun.
12. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu sampai terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini, sehingga penulis berharap agar pembaca memberikan masukan dan saran yang membangun bagi penulis. Semoga skripsi ini bisa bermanfaat bagi penulis dan juga pembaca. *Aamiin.*

Bandar Lampung, 10 Januari 2024

Penulis,



**Finadia Firdaus**

**NPM. 1911060314**

## OUTLINE

<b>HALAMAN DEPAN</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>viii</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>x</b>
<b>OUTLINE</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Penegasan Judul.....	1
B. Latar Belakang Masalah .....	2
C. Identifikasi dan Batasan Masalah .....	17
D. Rumusan Masalah .....	18
E. Tujuan Penelitian.....	18
F. Manfaat Penelitian.....	18
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan .....	20
H. Sistematika Penulisan .....	29
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
A. Kemampuan <i>Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)</i> .....	31
1. <i>Technological Knowledge (TK)</i> .....	34
2. <i>Content Knowledge (CK)</i> .....	35
3. <i>Pedagogical Knowledge (PK)</i> .....	35
4. <i>Pedagogical Content Knowledge (PCK)</i> .....	36



5.	<i>Technological Content Knowledge (TCK)</i> .....	37
6.	<i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i> .....	38
7.	<i>Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)</i> .....	39
B.	Teknologi Dalam Pembelajaran IPA .....	40
1.	Microsoft Office .....	41
2.	Multimedia.....	42
3.	Laboratorium Virtual .....	43
4.	E-Learning .....	44
5.	YouTube .....	45
C.	Keterampilan 4C ( <i>Critical Thinking, Communication Skill, Collaboration, dan Creativity</i> )... 45	
1.	<i>Critical Thinking Skill</i> (Keterampilan Berpikir Kritis).....	46
2.	<i>Communication Skill</i> (Keterampilan Berkomunikasi).....	48
3.	<i>Collaboration Skill</i> (Keterampilan Kolaborasi).....	50
4.	<i>Creative Thinking Skill</i> (Keterampilan Berpikir Kreatif).....	52
D.	Kajian Materi Keanekaragaman Hayati.....	54
E.	Kerangka Berpikir .....	73
F.	Hipotesis Penelitian .....	75

### **BAB III METODE PENELITIAN**

A.	Pendekatan dan Jenis Penelitian .....	77
B.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	77
C.	Populasi, Sampel, dan Teknik Pengumpulan Data .....	77
1.	Populasi Penelitian.....	77
2.	Sampel Penelitian .....	77
3.	Teknik Pengumpulan Data.....	78
D.	Definisi Operasional Variabel .....	80
E.	Instrumen Penelitian .....	81
F.	Uji Validitas dan Reliabilitas Data .....	94
1.	Uji Validitas .....	94
2.	Uji Reliabilitas .....	97
G.	Uji Prasarat Analisis .....	99
1.	Uji Normalitas.....	99
2.	Uji Homogenitas .....	99
3.	Uji Linearitas .....	99
H.	Uji Hipotesis.....	100

## **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

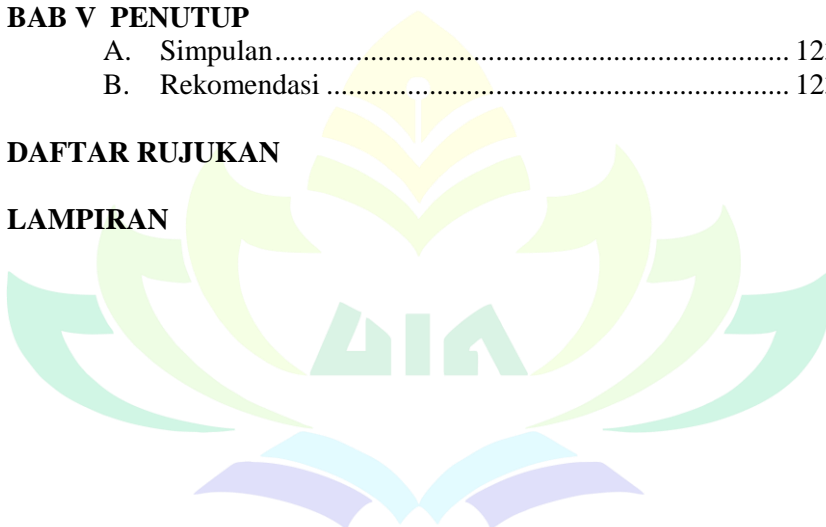
A. Deskripsi Data .....	103
1. Data Hasil Penelitian <i>Technological Pedagogical and Content Knowledge</i> Guru Biologi Kelas X .....	103
2. Data Hasil Penelitian Keterampilan 4C Peserta Didik Kelas X .....	104
3. Data Hasil Uji Prasarat Analisis .....	104
B. Pembahasan Hasil Penelitian dan Analisis .....	110
1. Hubungan Antara <i>Technological Pedagogical and Content Knowledge</i> Guru Biologi dengan Keterampilan 4C Peserta Didik.....	110

## **BAB V PENUTUP**

A. Simpulan.....	123
B. Rekomendasi .....	123

## **DAFTAR RUJUKAN**

## **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Kajian Materi Keanekaragaman Hayati.....	54
Tabel 2. 2	Uraian Materi Keanekaragaman Hayati.....	55
Tabel 3. 1	Daftar Jumlah Guru Biologi Fase E Kelas X.....	78
Tabel 3. 2	Instrumen Penelitian .....	81
Tabel 3. 3	Kisi-Kisi Lembar Wawancara Guru .....	82
Tabel 3. 4	Skor Alternatif Jawaban Skala Likert Angket TPACK .....	84
Tabel 3. 5	Kisi-Kisi Angket Kemampuan TPACK Guru .....	85
Tabel 3. 6	Kriteria Persentase Angket TPACK .....	87
Tabel 3. 7	Skor Alternatif Jawaban Skala Likert Angket Keterampilan <i>Collaboration</i> dan <i>Communication</i> .....	87
Tabel 3. 8	Kisi-Kisi Angket Keterampilan <i>Collaboration</i> Peserta Didik.....	88
Tabel 3. 9	Kisi-Kisi Angket Keterampilan <i>Communication</i> Peserta Didik.....	88
Tabel 3. 10	Kriteria Persentase Angket Keterampilan <i>Collaboration</i> dan <i>Communication</i> Peserta Didik .....	89
Tabel 3. 11	Kisi-Kisi Lembar Observasi Kemampuan TPACK Guru .....	90
Tabel 3. 12	Kriteria Persentase Lembar Observasi TPACK.....	92
Tabel 3. 13	Kisi-Kisi Tes Essay Keterampilan <i>Critical</i> <i>Thinking</i> Peserta Didik .....	92
Tabel 3. 14	Kisi-Kisi Tes Essay Keterampilan <i>Creative</i> <i>Thinking</i> Peserta Didik .....	93
Tabel 3. 15	Kriteria Persentase Tes Essay Keterampilan <i>Critical Thinking</i> dan <i>Creative Thinking</i> Peserta Didik .....	93
Tabel 3. 16	Kriteria Koefisien Validitas .....	94
Tabel 3. 17	Hasil Uji Validitas Angket TPACK Guru .....	95
Tabel 3. 18	Hasil Uji Validitas Angket Keterampilan <i>Collaboration</i> Peserta Didik.....	95
Tabel 3. 19	Hasil Uji Validitas Angket Keterampilan <i>Communication</i> Peserta Didik .....	95
Tabel 3. 20	Hasil Uji Validitas Tes Essay Keterampilan <i>Critical Thinking</i> Peserta Didik .....	96
Tabel 3. 21	Hasil Uji Validitas Tes Essay Keterampilan <i>Creative Thinking</i> Peserta Didik.....	96

Tabel 3. 22	Kriteria Koefisien Reliabilitas .....	97
Tabel 3. 23	Hasil Uji Reliabilitas Angket TPACK Guru.....	98
Tabel 3. 24	Hasil Uji Reliabilitas Angket Keterampilan Collaboration Peserta Didik.....	98
Tabel 3. 25	Hasil Uji Reliabilitas Angket Keterampilan Communication Peserta Didik.....	98
Tabel 3. 26	Hasil Uji Reliabilitas Tes Essay Keterampilan Critical Thinking Peserta Didik .....	98
Tabel 3. 27	Hasil Uji Reliabilitas Tes Essay Keterampilan Creative Thinking Peserta Didik.....	98
Tabel 3. 28	Kriteria Koefisien Korelasi .....	101
Tabel 4. 1	Hasil Kemampuan <i>Technological Pedagogical and Content Knowledge</i> Guru Biologi Kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung.....	103
Tabel 4. 2	Hasil Keterampilan 4C Peserta Didik Kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung .....	104
Tabel 4. 3	Hasil Uji Normalitas Tes Essay Keterampilan Critical Thinking dan Creative Thinking Peserta Didik .....	105
Tabel 4. 4	Hasil Uji Normalitas Keterampilan <i>Collaboration</i> dan <i>Communication</i> Peserta Didik.....	106
Tabel 4. 5	Hasil Uji Homogenitas Tes Essay Keterampilan <i>Critical Thinking</i> dan <i>Creative Thinking</i> Peserta Didik .....	107
Tabel 4. 6	Hasil Uji Homogenitas Keterampilan <i>Collaboration</i> dan <i>Communication</i> Peserta Didik.....	108
Tabel 4. 7	Hasil Uji Linearitas .....	109
Tabel 4. 8	Hasil Uji Hipotesis.....	110

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Kerangka Kerja TPACK Dari Mishra & Koehler .....	33
Gambar 2. 2	Keanekaragaman Gen Pada Hewan Kucing .....	56
Gambar 2. 3	Keanekaragaman Jenis Pada Genus Panthera .....	57
Gambar 2. 4	Tujuh Macam Ekosistem Darat.....	59
Gambar 2. 5	Pohon Filogenetik Organisme .....	69
Gambar 2. 6	Bagan Tingkatan Takson.....	70
Gambar 2. 7	Klasifikasi Sistem Lima Kingdom .....	72
Gambar 2. 8	Kerangka Berpikir Penelitian .....	75
Gambar 4. 1	Buku Materi Biologi Kelas X.....	114
Gambar 4. 2	Modul Ajar Biologi Kelas X.....	117
Gambar 4. 3	Pengimplementasian TPK.....	119
Gambar 4. 4	Tugas Poster Peserta Didik .....	120





## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Hasil Uji Validitas Angket *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 2 Hasil Uji Validitas Tes *Essay* Keterampilan *Critical Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 3 Hasil Uji Validitas Tes *Essay* Keterampilan *Creative Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 4 Hasil Uji Validitas Angket Keterampilan *Collaboration* Peserta Didik
- Lampiran 5 Hasil Uji Validitas Angket Keterampilan *Communication* Peserta Didik
- Lampiran 6 Hasil Uji Reliabilitas Angket *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 7 Hasil Uji Reliabilitas Tes *Essay* Keterampilan *Critical Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 8 Hasil Uji Reliabilitas Tes *Essay* Keterampilan *Creative Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 9 Hasil Uji Reliabilitas Angket Keterampilan *Collaboration* Peserta Didik
- Lampiran 10 Hasil Uji Reliabilitas Angket Keterampilan *Communication* Peserta Didik
- Lampiran 11 Kisi-Kisi Lembar Wawancara *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi **Error! Bookmark not defined.**
- Lampiran 12 Lembar Wawancara *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 13 Kisi-Kisi Angket *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 14 Angket *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 15 Kisi-Kisi Lembar Observasi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi

- Lampiran 16 Rubrik Penilaian Lembar Observasi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 17 Lembar Observasi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 18 Kisi-Kisi Instrumen Tes *Essay* Keterampilan *Critical Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 19 Kisi-Kisi Instrumen Tes *Essay* Keterampilan *Creative Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 20 Kisi-Kisi Angket Keterampilan *Collaboration* Peserta Didik
- Lampiran 21 Angket Keterampilan *Collaboration* Peserta Didik
- Lampiran 22 Kisi-Kisi Angket Keterampilan *Communication* Peserta Didik
- Lampiran 23 Angket Keterampilan *Communication* Peserta Didik
- Lampiran 24 Hasil Wawancara Guru
- Lampiran 25 Hasil Angket *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 26 Hasil Lembar Observasi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi
- Lampiran 27 Hasil Tes *Essay* Keterampilan *Critical Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 28 Hasil Tes *Essay* Keterampilan *Creative Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 29 Hasil Angket Keterampilan *Collaboration* Peserta Didik
- Lampiran 30 Hasil Angket Keterampilan *Communication* Peserta Didik
- Lampiran 31 Hasil Jawaban Tes *Essay* Keterampilan *Critical Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 32 Hasil Jawaban Tes *Essay* Keterampilan *Creative Thinking* Peserta Didik
- Lampiran 33 Dokumentasi Penelitian

Lampiran 34	Surat Keterangan Validator 1
Lampiran 35	Surat Keterangan Validator 2
Lampiran 36	Surat Balasan Penelitian
Lampiran 37	Keterangan Hasil Turnitin



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Penegasan Judul

Pada penelitian ini memiliki judul yaitu Analisis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi Dalam Kaitannya Dengan Keterampilan 4C Kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung. Untuk memahami mengenai judul pada penelitian ini maka penulis menguraikan pengertian beberapa istilah yang terdapat pada proposal yakni sebagai berikut:

#### 1. Analisis

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) menjelaskan analisis adalah sebuah penyelidikan yang dilakukan dalam rangka mencari tahu keadaan yang sebenarnya. Analisis bertujuan untuk mendeskripsikan informasi dari berbagai komponen guna mengevaluasi dan mengidentifikasi suatu permasalahan yang ada untuk mencari solusi yang diharapkan dari permasalahan tersebut.<sup>1</sup>

#### 2. *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK)

*Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) merupakan kerangka kerja yang menghubungkan tiga komponen pengetahuan guru antara pengetahuan materi (*content knowledge*), pengetahuan mengajar/pedagogik (*pedagogical knowledge*) dan penggunaan teknologi (*technological knowledge*). TPACK melibatkan 7 bidang pengetahuan yang saling bergantung yaitu pengetahuan teknologi (*technological knowledge/TK*), pengetahuan konten/materi (*content knowledge/CK*), pengetahuan pedagogik (*pedagogical knowledge/PK*), pengetahuan pedagogik konten (*pedagogical content knowledge/PCK*), pengetahuan pedagogik teknologi (*technological*

---

<sup>1</sup> Ana Nurhasanah, Reksa Adya Pribadi, and M. Dapid Nur, "Analisis Kurikulum 2013," *Didaktik: Jurnal Ilmiah FKIP Universitas Mandiri* 07, no. 02 (2021): 484–93.

*pedagogical knowledge/TPK*), pengetahuan konten teknologi (*technological content knowledge/TCK*), dan pengetahuan tentang teknologi, pedagogik, dan konten (*technological, pedagogical, and content knowledge/TPACK*).<sup>2</sup>

### 3. Keterampilan 4C

Keterampilan 4C dalam pembelajaran adalah keterampilan yang meliputi *critical thinking* (berpikir kritis), *creativity* (kreativitas), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi). Keterampilan berpikir kritis dan kreativitas adalah contoh keterampilan yang menunjukkan bagaimana cara berpikir. Sedangkan keterampilan kolaborasi dan komunikasi ini merupakan salah satu keterampilan yang dibutuhkan selama kegiatan pembelajaran (cara kerja). Keterampilan 4C ini merupakan metode pembelajaran yang menerapkan kurikulum abad 21. Sebagai bagian dari program Merdeka Belajar, keterampilan 4C diperkenalkan sebagai salah satu komponen untuk mendukung kebijakan pemerintah.<sup>3,4</sup>

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis menegaskan bahwa penelitian ini bermaksud untuk mengetahui *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru biologi dalam kaitannya dengan keterampilan 4C peserta didik kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung.

## B. Latar Belakang Masalah

Pendidikan merupakan salah satu faktor terpenting dalam kelangsungan hidup suatu masyarakat. Pendidikan sangat penting

---

<sup>2</sup> Joko Suyanto, Mohammad Masykuri, and Sarwanto Sarwanto, "Analisis Kemampuan TPACK (Technolgical, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah," *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA* 9, no. 1 (2020): 44–53, <https://doi.org/10.20961/inkuiiri.v9i1.41381>.

<sup>3</sup> Lidya Anna Supriyadi and Yohanes Edi Gunanto, "A Case Study: Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) of Pre-Service Physics Teacher to Enhance the 4C's Skills During Online Learning," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 7, no. 4 (2021): 660–68, <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.789>.

<sup>4</sup> Jean Elikal Marna and Annur Fitri Hayati, "Pelatihan Desain Pembelajaran Ekonomi Berbasis 4C Bagi Guru Sekolah Menengah Atas Di Kota Payakumbuh," *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* 22, no. 1 (2022): 1–7, <https://doi.org/10.24036/sb.01910>.



karena memungkinkan orang yang sebelumnya tidak tahu menjadi tahu, dan mereka yang sebelumnya tidak mengerti menjadi mengerti sebagaimana firman Allah SWT didalam Q.S Thaha ayat 114 yang berbunyi:

فَتَعَلَى اللَّهِ الْمَلِكُ الْحَقُّ وَلَا تَعْجَلْ بِالْقُرْآنِ مِنْ قَبْلِ أَنْ يُقْضَى إِلَيْكَ  
وَحْيُهُ<sup>ط</sup> وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا ﴿١١٤﴾

Artinya: “Maka Maha Tinggi Allah, Raja Yang sebenar-benarnya. Dan janganlah engkau (Muhammad) tergesa-gesa membaca Al-qur'an sebelum selesai diwahyukannya kepadamu, dan katakanlah: "Ya Tuhanku, tambahkanlah kepadaku ilmu pengetahuan".

Berdasarkan Tafsir Ibnu Katsir Q.S Thaha ayat 114 menjelaskan bahwa Nabi Muhammad SAW berdo'a dan meminta kepada Allah SWT untuk selalu diberikan ilmu pengetahuan sebanyak-banyaknya.<sup>5</sup> Seorang Muslim yang baik tidak pernah berhenti mencari ilmu. Meminta pertolongan kepada Allah SWT untuk selalu menambah ilmu yang merupakan bagian dari kebutuhan hidup adalah hal yang sangat tepat dilakukan agar menjadi manusia yang berpendidikan baik karena Allah Maha Mengetahui segala sesuatu yang ada di dunia ini.

Bidang pendidikan kini telah memasuki abad ke-21, dan pembelajaran abad ke-21 telah memungkinkan pembelajaran berbasis teknologi. Di abad ke 21 ini keterampilan guru khususnya guru biologi harus dikembangkan. Guru di abad 21 harus memiliki basis pengetahuan yang beragam seperti pengetahuan akademik, pedagogik, sosial, dan budaya serta menjadi profesional reflektif yang dapat memecahkan masalah seperti yang tertera di dalam undang-undang. Menurut Undang-Undang Nomor 14 pasal 10 ayat 1 tahun 2005 tentang guru dan dosen, guru harus memiliki keterampilan pedagogik, keterampilan pribadi, keterampilan sosial, dan keterampilan

---

<sup>5</sup> Abdullah, *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*.

profesional.<sup>6</sup> Keempat keterampilan ini sangat penting dimiliki oleh setiap guru biologi.

Menurut Ridla didalam Suyamto et al, guru yang berkualitas adalah guru yang memiliki penguasaan keempat kompetensi guru serta profesionalisme dalam membantu siswanya belajar<sup>7</sup> untuk meningkatkan kualitas pendidikan di Indonesia yang diharapkan dapat menghasilkan sumber daya manusia dengan keunggulan yang membedakan manusia dengan makhluk ciptaan Allah SWT lainnya. Seperti penjelasan didalam Q.S At-Tin ayat 4 yang berbunyi:

لَقَدْ خَلَقْنَا الْإِنْسَانَ فِي أَحْسَنِ تَقْوِيمٍ ۝٤

Artinya: “Sesungguhnya Kami telah ciptakan manusia dalam bentuk yang sebaik-baiknya”.

Berdasarkan Tafsir Ibnu Katsir Q.S At-Tin ayat 4 menjelaskan bahwa manusia adalah makhluk ciptaan Allah SWT yang paling sempurna dibandingkan dengan makhluk lainnya.<sup>8</sup> Tidak hanya sempurna dalam bentuk fisik, manusia juga diberikan akal pikiran oleh Allah SWT agar menjadi makhluk yang beriman dan berilmu. Manusia yang beriman dan berilmu akan diangkat derajatnya lebih tinggi dari manusia lainnya. Oleh karena itu, pendidikan sangat penting apalagi di abad ke-21 bagi seorang Muslim untuk menghindari kebodohan atau kerugian.

Salah satu tujuan pendidikan abad 21 adalah guru memahami mata pelajaran, pedagogik, dan teknologi saat mengajar. Terlepas dari pentingnya tujuan pendidikan abad 21 ini, Indonesia terus mengalami permasalahan dengan kualitas guru. Putriani mengatakan dalam jurnal penelitian Kodri et al, bahwa hasil survei *United Nations Educational, Scientific, and Cultural*

<sup>6</sup> Sari Nur Hayani And Sutama Sutama, “Pengembangan Perangkat Dan Model Pembelajaran Berbasis Tpack Terhadap Kualitas Pembelajaran Daring,” *Jurnal Basicedu* 6, No. 2 (2022): 2871–82, <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/2512>.

<sup>7</sup> Suyamto, Masykuri, and Sarwanto, “Analisis Kemampuan TPACK (Technolgical, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah.”

<sup>8</sup> Abdullah, *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 8* (Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi’i, 2005).

*Organization* (UNESCO) dalam laporan *Global Education Monitoring* (GEM) tahun 2016 menempatkan Indonesia pada peringkat 10 dari 14 negara Asia Pasifik untuk kualitas pendidikan, dan peringkat 14 dari 14 negara untuk kualitas guru.<sup>9</sup> Hal ini menunjukkan bahwa guru harus berpengalaman dalam perencanaan pelajaran dan memiliki keterampilan yang diperlukan.

Menurut Mishra dan Koehler, pada dasarnya mengajar adalah kegiatan kompleks yang melibatkan berbagai jenis pengetahuan. Kegiatan mengajar dipadukan dengan pengetahuan tentang materi yang akan diajarkan, pengetahuan tentang cara mengajar suatu materi, dan pengetahuan tentang pemanfaatan teknologi. Akhwani mengatakan bahwa tidak hanya kompeten dalam pengetahuan konten dan pedagogik, guru biologi juga wajib berkompeten dalam teknologi agar proses pembelajaran dapat diselesaikan dengan lebih efektif dan efisien sebagai bagian integral dari pembelajaran abad ke-21.<sup>10</sup> Guru yang efektif tidak hanya mengetahui materi pelajaran, tetapi mereka juga mampu menciptakan lingkungan belajar yang merangsang dan menerapkan strategi pedagogik, termasuk strategi teknologi yang melibatkan peserta didik sambil membantu meningkatkan prestasi mereka.

Dapat diartikan bahwa guru biologi perlu menguasai pengetahuan konten materi biologi, pengetahuan pedagogik, dan pengetahuan teknologi agar dapat mengintegrasikan teknologi dengan baik. Guru yang berkompeten akan memiliki rasa percaya diri yang akan meningkatkan prestasi belajar peserta didiknya. Ketiga pengetahuan ini saling bersinggungan untuk mendukung

---

<sup>9</sup> Kodri, Neti Budiwati, and Ika Putera Waspada, "Technological Pedagogical Content Knowledge Untuk Meningkatkan Critical and Creative Thinking Skills Siswa," *Jurnal Ekonomi Pendidikan Dan Kewirausahaan* 8, no. 2 (2020): 129–38, <https://doi.org/10.26740/jepk.v8n2.p129-138>.

<sup>10</sup> Akhwani, "Integration of TPACK as a Basic Framework for 21st Century Learning: An Analysis of Professional Teacher Competencies," *International Conference On Information Technology And Education* 508 (2020): 291–96, <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201214.251>.

satu sama lain.<sup>11</sup> Berdasarkan ketiga unsur kompetensi dan pengetahuan tersebut, maka muncul *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK). *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) adalah kompetensi yang menjembatani kesenjangan antara teknologi informasi, pedagogik, dan konten pembelajaran.

Saat ini, TPACK telah dikembangkan untuk keterampilan abad 21 dan telah berkembang menjadi kerangka kerja untuk mengembangkan kesiapan guru dan calon guru dalam merencanakan dan mengimplementasikan kemampuan TPACK dalam menghadapi abad 21.<sup>12</sup> Kerangka pengetahuan ini didasarkan pada konstruksi Pengetahuan Konten Pedagogik (PCK) oleh Shulman. Karena perkembangan teknologi yang pesat di masyarakat, maka Mishra dan Koehler mengembangkan konsep TPACK.<sup>13, 14, 15</sup>

Tiga komponen utama dalam TPACK yaitu *Content Knowledge*/pengetahuan konten (CK), *Pedagogical Knowledge*/pengetahuan pedagogik (PK), dan *Technological Knowledge*/pengetahuan teknologi (TK). Kombinasi dari ketiga komponen utama tersebut terbagi lagi kedalam empat komponen bagian yakni *Pedagogical Content Knowledge*/pengetahuan konten pedagogik (PCK), *Technological Pedagogical Knowledge*/pengetahuan teknologi pedagogik (TPK), *Technological Content Knowledge*/pengetahuan teknologi konten

---

<sup>11</sup> Punya Mishra and Matthew J. Koehler, "Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge," *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education* 108, no. 6 (2006): 1017–54, <https://doi.org/10.1177/016146810610800610>.

<sup>12</sup> Iana Zahwa, Sigit Saptano, And Pramesti Dewi, "The Interrelation Among Course Mastery, Technology Integration Self Efficacy, And Technological Pedagogical Content Knowledge (Tpack) Of Prospective Science Teachers," *Journal Of Innovative Science Education* 10, No. 1 (2021): 109–16, <https://doi.org/10.15294/Jise.V9i2.40177>.

<sup>13</sup> Lee S Shulman, "Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching," *Educational Researcher* 15, no. 2 (1986): 4–14.

<sup>14</sup> Suyamto, Masykuri, and Sarwanto, "Analisis Kemampuan TPACK (Technolgical, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah."

<sup>15</sup> Matthew J. Koehler and Punya Mishra, "What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)?," *Journal of Education* 9, no. 1 (2009): 60–70, <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>.

(TCK), dan *Technological Pedagogical and Content Knowledge*/pengetahuan teknologi pedagogik dan konten (TPACK). Secara keseluruhan, TPACK adalah penggabungan pengetahuan integrasi konten dan pengetahuan pedagogik guru melalui penggunaan teknologi.

Berdasarkan ketujuh kerangka dasar TPACK, diharapkan guru biologi dapat menemukan cara berpikir baru dalam belajar dan meningkatkan keterampilan untuk membantu peserta didik belajar dengan baik di abad ke-21 ini dengan menggunakan dan mengadaptasi teknologi digital secara efektif. Menurut Miarso dalam Joko Suyanto dengan adanya perkembangan teknologi di dunia pendidikan dapat membantu memecahkan masalah-masalah dalam pembelajaran.<sup>16</sup>

Adapun manfaat positif lainnya dari penggunaan teknologi dalam kegiatan belajar mengajar bagi peserta didik yaitu memotivasi mereka untuk belajar, menambah informasi baru yang mereka perlukan, dapat mengilustrasikan materi dengan mudah, membuat peserta didik merasa lebih nyaman dan tidak bosan karena penyampaian informasi menggunakan teknologi tampil lebih bervariasi dan modern, serta membantu proses penyelidikan peserta didik. Menurut Kemendikbud, integrasi Teknologi Informasi dan Komputer (TIK) ke dalam proses pembelajaran sangat diperlukan untuk mengembangkan keterampilan *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) peserta didik, mengembangkan keterampilan dibidang TIK, serta meningkatkan efektifitas, efisiensi dan daya tarik proses pembelajaran.<sup>17</sup>

Meskipun kerangka TPACK dianggap mampu meningkatkan kemampuan minat belajar peserta didik, tetapi hal ini tidak selalu tercapai karena kemampuan guru untuk mengimplementasikan pengetahuan teknologi secara produktif dalam proses

---

<sup>16</sup> Suyanto, Masykuri, and Sarwanto, "Analisis Kemampuan TPACK (Technolgical, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah."

<sup>17</sup> Gusti Ayu Putu Romiasih, Herpratiwi, and Sugeng Widodo, "Profil Kemampuan Guru SMA Negeri 6 Bandar Lampung Dalam Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Teknologi Sebagai Media Pembelajaran," *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains* 10, no. 2 (2022): 205–20, <https://doi.org/10.25273/jems.v10i2.12132>.



pembelajaran masih kurang.<sup>18</sup> Seperti keadaan di lapangan menunjukkan bahwa masih banyak guru yang belum memanfaatkan keberadaan teknologi tersebut. Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan guru bidang studi biologi fase E kelas X di S1BL, S5BL, dan S15BL pada saat pra penelitian mendapatkan beberapa permasalahan bahwa guru belum pernah mendengar tentang kerangka kerja *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK), sehingga belum sepenuhnya mengintegrasikan kerangka kerja TPACK kedalam pembelajaran biologi.

Berdasarkan hasil wawancara peneliti dengan wakil kepala sekolah bidang kurikulum pada saat pra penelitian, permasalahan ini terjadi karena kurangnya pengetahuan guru biologi tentang pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), serta kurangnya motivasi dan keinginan guru untuk belajar dalam mengintegrasikan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran. Sarana dan prasarana berbasis teknologi yang disediakan oleh sekolah juga masih banyak yang mengalami kendala teknis, seperti LCD yang sulit terkoneksi ke laptop dan jaringan wifi yang lemah. Alih-alih menggunakan fasilitas tersebut yang hanya memakan waktu jam pelajaran, guru lebih memilih untuk menyampaikan pelajaran dengan metode konvensional kepada peserta didik.

Karena kurangnya variasi dalam pembelajaran sehingga motivasi dan minat belajar peserta didik akan menurun, pembelajaran menjadi monoton, dan keterampilan guru tidak dapat berkembang. Wati Susilawati mengatakan bahwa keterbatasan sarana dan prasarana teknologi di sekolah dapat berdampak pada kualitas kemampuan metakognitif peserta didik dalam hal bertanya maupun pemecahan masalah. Distribusi

---

<sup>18</sup> Nukhbatul Bidayati Haka, Rizka Yohana, and Laila Puspita, "Technological Pedagogical Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Biologi Dalam Menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran," *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA* 1, no. 2 (2020): 73–88, <https://doi.org/10.35719/vektor.v1i2.13>.

fasilitas teknologi digital yang tidak merata di sekolah dapat menghambat layanan profesional di sekolah.<sup>19</sup>

Menurut Ida Yuyu, infrastruktur berupa lingkungan dengan teknologi yang memadai dan guru berkualitas yang akrab dengan teknologi sangat penting untuk pengembangan keterampilan abad 21 yang harus dimiliki oleh peserta didik.<sup>20</sup> Berbagai aplikasi perangkat lunak dapat membantu guru dalam menjelaskan konsep kepada peserta didik dan membantu siswa dalam memecahkan masalah yang sulit. Tuntutan guru untuk mengembangkan desain TPACK sangat penting dalam proses pembelajaran.

Keterampilan abad ke-21 tidak hanya berlaku untuk guru saja, peserta didik juga harus memiliki keterampilan yang mencerminkan pelajar abad ke-21 guna menjadi pelajar yang handal dalam menghadapi tantangan dalam dunia pendidikan. Keterampilan belajar abad ke-21 yang perlu dimiliki peserta didik meliputi *critical thinking* (berpikir kritis), *creative thinking* (berpikir kreatif), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi) yang disingkat dengan keterampilan 4C.<sup>21</sup> Keterampilan 4C ini adalah landasan pendidikan modern, yang dibutuhkan semua peserta didik untuk berhasil dalam kehidupan masyarakat. Keterampilan 4C penting karena mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, berkolaborasi, berbagi ide dengan orang lain, dan membantu mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan masa depan. Keterampilan ini sangat penting untuk mengatasi efek negatif dari akses informasi yang tidak terbatas di abad ke-21 ini.

Keterampilan berpikir kritis dan kreativitas adalah contoh keterampilan yang menunjukkan cara berpikir. Sementara itu, keterampilan kolaborasi dan komunikasi merupakan salah satu

---

<sup>19</sup> Wati Susilawati, Tutut Widiastuti, and Ridha Abdullah, "Pelatihan Desain Technological Pedagogical, Content Knowledge Pembelajaran Matematis Menuju Pendidik Profesional," *Jurnal Pengabdian Masyarakat JPM Wikrama Parahita* 6, no. 1 (2022): 98–106, <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7918-2.ch016>.

<sup>20</sup> Ida Yuyu Nurul Hizqiyah, Ari Widodo, and Siti Sriyati, "Pembelajaran Abad 21 Dengan Menggunakan Wikipedia Sebagai Sumber Informasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah," *BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi* 7, no. 1 (2022): 1–12, <https://doi.org/10.23969/biosfer.v7i1.5607>.

<sup>21</sup> Marna And Hayati, "Pelatihan Desain Pembelajaran Ekonomi Berbasis 4c Bagi Guru Sekolah Menengah Atas Di Kota Payakumbuh."

kemampuan yang diperlukan selama kegiatan pembelajaran berlangsung.<sup>22</sup> Salah satu indikator dari kemampuan berpikir kritis yaitu ketika peserta didik mendapat kesempatan untuk berdiskusi dan mampu mengungkapkan pendapat dari sudut pandang yang berbeda.<sup>23</sup> Keterampilan komunikasi peserta didik akan meningkat seiring dengan meningkatnya keterampilan berpikir kritis mereka.<sup>24</sup>

Adapun keterampilan komunikasi peserta didik ditunjukkan ketika mereka dapat dengan jelas membagikan informasi yang telah mereka pelajari secara lisan.<sup>25</sup> Jadi, hubungan antara kedua keterampilan tersebut yaitu terlihat pada kemampuan komunikasi peserta didik ketika mereka berbagi ide dalam diskusi yang menggambarkan kemampuan mereka untuk berpikir kritis. Sementara itu keterampilan kreativitas peserta didik merupakan keterampilan belajar yang dapat dilihat ketika peserta didik mampu menyelesaikan tugas dengan masalah yang belum pernah dipecahkan sebelumnya dengan menggunakan ide atau informasi yang dapat ditemukan serta mampu menganalisis masalah dengan menggunakan teknologi.<sup>26</sup> Peserta didik juga harus mengembangkan keterampilan kolaborasi, yang dibuktikan dengan kemampuan mereka untuk bekerja secara efektif dan

---

<sup>22</sup> Supriyadi and Gunanto, "A Case Study: Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) of Pre-Service Physics Teacher to Enhance the 4C's Skills During Online Learning."

<sup>23</sup> Miterianifa et al., "A Conceptual Framework for Empowering Students' Critical Thinking through Problem Based Learning in Chemistry," *Journal of Physics: Conference Series* 1842, no. 1 (2021): 1–9, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012046>.

<sup>24</sup> Siti Mursidah, Herawati Susilo, And Aloysius Duran Corebima, "Hubungan Antara Keterampilan Berpikir Kritis Dan Keterampilan Berkomunikasi Dengan Retensi Siswa Dalam Pembelajaran Biologi Melalui Strategi Pembelajaran Reading Practicing Questioning Summarizing And Sharing," *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 4, No. 8 (2019): 1071–76, <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i8.12676>.

<sup>25</sup> A. F.R.A. Ichsan, R. Adawiyah, And I. Wilujeng, "Analysis Of The Ability Of Students' Communication Skills And Self-Efficacy On Science Instruction," *Journal Of Physics: Conference Series* 1440, No. 1 (2020), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012088>.

<sup>26</sup> Supriyadi And Gunanto, "A Case Study: Technological Pedagogical And Content Knowledge (Tpack) Of Pre-Service Physics Teacher To Enhance The 4c's Skills During Online Learning."

menghargai anggota kelompok, menunjukkan keinginan untuk meningkatkan diri dan kelompoknya untuk mencapai tujuan bersama, dan menghargai kontribusi semua anggota kelompok.<sup>27</sup>

Melatih keterampilan berpikir kritis dapat dilakukan guru dengan cara mengajarkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, menyediakan waktu untuk diskusi klasikal, menghubungkan konsep-konsep yang telah dipelajari, dan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk belajar mandiri. Keterampilan berpikir kreatif dapat dilatih dengan cara mengajar peserta didik untuk bertanya, aktif dalam pembelajaran, mengeksplorasi topik dan materi berdasarkan data, serta memikirkan cara baru untuk menginformasikan temuannya.

Adapun keterampilan komunikasi dilatih agar dapat menyampaikan informasi dengan jelas, memastikan penerima memahami pesan yang disampaikannya, berkomunikasi secara lisan dan tertulis, menggunakan media dan teknologi untuk menyampaikan pesan, dan berinteraksi secara kooperatif dalam kelompok. Dan keterampilan kolaborasi dilatih dengan cara mengajarkan peserta didik bagaimana bekerja dalam tim yang berbeda, berkompromi, bertanggung jawab, menghargai ide dan kontribusi setiap anggota kelompok.<sup>28</sup>

Peneliti memilih S1BL, S5BL, dan S15BL dikarenakan sekolah tersebut merupakan tiga dari 17 SMA Negeri di Bandar Lampung yang sudah menerapkan Kurikulum Merdeka Belajar pada jejang fase E kelas X. Kurikulum ini sesuai dengan keterampilan pembelajaran abad ke-21. Kurikulum Merdeka Belajar adalah salah satu konsep kurikulum yang menuntut peserta didik untuk mandiri. Setiap kemampuan pada abad ke-21 membutuhkan pengembangan pengetahuan dan pemahaman mata pelajaran akademik, dengan harapan siswa mampu berpikir kritis,

---

<sup>27</sup> I Wayan Redhana, "Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia," *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia* 13, No. 1 (2019): 2239=2253, <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jipk/article/view/17824>.

<sup>28</sup> Rezha Rizqy Novitasary, "Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik," *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi* 4, no. 2 (2023): 100–112.

berkomunikasi secara efektif, memecahkan masalah, dan berkolaborasi dengan orang lain.<sup>29</sup>

Menurut Eko Risdianto dalam Juliati Boang Manalu, tujuan Kurikulum Merdeka Belajar yaitu untuk menjawab tantangan pendidikan di era revolusi abad 21 yang di mana peserta didik harus meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, kreatif dan inovatif, serta terampil berkomunikasi dan berkolaborasi.<sup>30</sup> Melalui implementasi Kurikulum Merdeka, peserta didik mampu berkembang sesuai dengan potensi dan kemampuannya. Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran yang berkualitas demi menghasilkan peserta didik yang berkualitas; berkarakter profil pelajar pancasila yang bernalar kritis, kreatif, mandiri, beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berakhlak mulia, bergotong royong, dan berkebhinekaan global; serta memiliki kompetensi sebagai sumber daya manusia yang siap menghadapi tantangan global.<sup>31</sup>

Sangatlah penting pendidikan mengubah orientasi atau tujuannya saat ini untuk mempersiapkan peserta didik bekerja di era baru ini, tentunya dengan melatih dan membekali peserta didik dengan keterampilan 4C. Menurut hasil *Programme for International Student Assessment (PISA) 2018*, kemampuan sains siswa Indonesia hanya mencapai rata-rata skor 389, sedangkan skor rata-rata *Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)* adalah 489. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan sains siswa di Indonesia masih sangat rendah.<sup>32, 33</sup>

---

<sup>29</sup> Ghufuran Hasyim Achmad et al., “Penilaian Autentik Pada Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Di Sekolah Dasar,” *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan* 4, no. 4 (2022): 5685–99, <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3280>.

<sup>30</sup> Juliati Boang Manalu, Fernando Sitohang, and Netty Heriwati Henrika Turnip, “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kurikulum Merdeka Belajar,” *Mahesa Centre Research* 1, no. 1 (2022): 80–86, <https://doi.org/10.34007/ppd.v1i1.174>.

<sup>31</sup> Dewi Rahmadayanti and Agung Hartoyo, “Potret Kurikulum Merdeka, Wujud Merdeka Belajar Di Sekolah Dasar,” *Jurnal Basicedu* 6, no. 4 (2022): 7174–87, <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3431>.

<sup>32</sup> Christine Sälzer and Nina Roczen, “Die Messung von Global Competence Im Rahmen von PISA 2018. Herausforderungen Und Mögliche Ansätze Zur Erfassung Eines Komplexen Konstrukts,” *Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft* 21, no. 2 (2018): 299–316, <https://doi.org/https://doi.org/10.25656/01:15520>.

Keterampilan 4C peserta didik ini sangat sejalan dengan ilmu sains. Pembelajaran sains sangat penting untuk mendapatkan pemahaman ilmu pengetahuan dan teknologi. Proses pembelajaran sains dapat membantu siswa mengembangkan dan meningkatkan kemampuan berpikirnya, serta membangkitkan rasa ingin tahu dan minatnya terhadap IPTEK. Kebutuhan untuk belajar sains melampaui penguasaan konsep untuk mengembangkan keterampilan aplikatif, keterampilan berpikir, rasa ingin tahu, dan mengembangkan sikap peduli dan bertanggung jawab terhadap lingkungan sosial dan alam. Peserta didik memperoleh penguasaan alam semesta melalui proses pembelajaran sains khususnya ilmu biologi berupa fakta, konsep, prinsip, prosedur, dan teori yang dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari.<sup>34</sup>

Adapun permasalahan yang terjadi di lapangan pada kenyataannya menunjukkan bahwa belum adanya penilaian yang spesifik pada keterampilan *critical thinking*, *communication*, *collaboration*, dan *creative thinking* peserta didik fase E kelas X di S1BL, S5BL, dan S15BL. Sehingga peserta didik tidak pernah tahu sejauh mana keterampilan yang mereka miliki.

Peneliti memilih materi keanekaragaman hayati dikarenakan materi tersebut merupakan salah satu materi pokok biologi yang harus dikuasai oleh peserta didik fase E Kelas X semester ganjil pada Kurikulum Merdeka Belajar. Materi keanekaragaman hayati merupakan materi yang kompleks, melibatkan makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan, dan alam sekitar sebagai objek pembelajarannya, sehingga materi ini sangat erat kaitannya dengan peristiwa alam sekitar. Materi ini mendorong peserta didik untuk memahami kompleksitas keanekaragaman makhluk hidup dan pentingnya peran setiap makhluk hidup dalam lingkungannya, sehingga dapat membangkitkan minat peserta didik dan

---

<sup>33</sup> Kodri, Budiwati, and Waspada, "Technological Pedagogical Content Knowledge Untuk Meningkatkan Critical and Creative Thinking Skills Siswa."

<sup>34</sup> Budi Kurniawan, Nurlailah, and Abdul Syahril Muh, "Pengaruh Implementasi Model Pembelajaran Science Integrated Learning (SIL) Berbasis Keterampilan Belajar Dan Berinovasi 4c Terhadap Hasil Belajar IPA Dengan Kovariabel Kemandirian Belajar," *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata* 2, no. 2 (2021): 192–201.

merangsang pemikiran kreatif maupun komunikasi mereka seperti merancang suatu solusi yang dapat mengatasi masalah keanekaragaman hayati lokal. Pada materi keanekaragaman hayati juga mengandung permasalahan kehidupan nyata dan merupakan permasalahan yang tidak terstruktur, maka hal ini dapat menuntut dan merangsang peserta didik untuk menggunakan kemampuan dan keterampilan pemecahan masalah yang dimilikinya.<sup>35</sup> Akibatnya, pemahaman materi keanekaragaman hayati membutuhkan keterampilan 4C peserta didik untuk mendukung pembelajaran mereka.

Penelitian ini relevan dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Lidya Anna Supriyadi dan Yohanes Edi Gunanto, menunjukkan hasil bahwa guru pra-jabatan dapat menggunakan teknologi dengan baik untuk membantu peserta didik meningkatkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi. Upaya guru pra-jabatan untuk mengembangkan keterampilan abad 21 ketika mengajar fisika paling terlihat dalam kemampuannya membimbing peserta didik untuk berbagi ide, pengetahuan, dan berdiskusi. Guru dapat menguasai beberapa materi dengan baik dan memberikan aplikasi kontekstual kepada peserta didik.<sup>36</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Dina Maulina et al, menunjukkan hasil pelaksanaan pembelajaran biologi pada masa pandemi Covid-19 dengan pendekatan TPACK pada jenjang pendidikan SMA di Kota Bandar Lampung berpengaruh signifikan. Pendekatan TPACK dengan penerapan pemanfaatan literasi teknologi berbasis platform *Google Scholar* LMS

---

<sup>35</sup> Indah Pratiwi, Ahmad Shafwan S. Pulungan, and D Dumasari, "Perbandingan Keterampilan Proses Sains Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Dan Project Based Learning (PJBL) Pada Materi Keanekaragaman Hayati," *Jurnal Pelita Pendidikan* 8, no. 1 (2020), <https://doi.org/10.24114/jpp.v8i1.12105>.

<sup>36</sup> Supriyadi and Gunanto, "A Case Study: Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) of Pre-Service Physics Teacher to Enhance the 4C's Skills During Online Learning."



merupakan alternatif yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran online.<sup>37</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Kodri, Neti Budiwati, dan Ika Putera Waspada, dengan judul, menunjukkan hasil bahwa keterampilan TPACK guru, keterampilan berpikir kritis dan kreatif peserta didik berada dalam kategori sedang. Selanjutnya, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa TPACK berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa. Artinya, dengan meningkatnya keterampilan TPACK guru, maka kemampuan berpikir kritis dan kreatif peserta didik juga meningkat.<sup>38</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Budi Sriyanto, keterampilan 4C guru menunjukkan skor rata-rata 76% berpikir kritis, 76% kreativitas, 75% komunikasi, 76% kreativitas dan inovasi, 76% kolaborasi dengan kriteria baik pada siklus 1. Lalu pada siklus 2 mendapatkan rata-rata skor 87% berpikir kritis, 85% kreativitas, 86% komunikasi, 76% kreativitas dan inovasi, 84% kolaborasi dengan kriteria sangat baik. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan literasi digital dapat meningkatkan keterampilan 4C guru di SMP Negeri 1 Sidoharjo.<sup>39</sup>

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Ira Nofita Sari et al, mendapatkan beberapa hasil bahwa yaitu guru telah meningkatkan pemahaman mereka tentang pembelajaran sains di abad 21 dengan rata-rata 70,30. Kemampuan guru membuat desain pembelajaran inovatif berbasis 4C mengalami peningkatan dengan rata-rata 79,19. Guru terampil menciptakan media pembelajaran inovatif yang baik, dengan rata-rata 82,81 dan terampil membuat perangkat pembelajaran dengan rata-rata 87,50. Kemampuan 4C siswa menunjukkan rata-rata 76,79. Dapat

---

<sup>37</sup> Dina Maulina et al., "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, no. 1 (2021): 36–47, <https://doi.org/10.37058/bioed.v6i1.2697>.

<sup>38</sup> Kodri, Budiwati, and Waspada, "Technological Pedagogical Content Knowledge Untuk Meningkatkan Critical and Creative Thinking Skills Siswa."

<sup>39</sup> Budi Sriyanto, "Meningkatkan Keterampilan 4C Dengan Literasi Digital Di SMP Negeri 1 Sidoharjo," *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar* 5, no. 1 (2021): 125–42, <https://doi.org/10.26811/didaktika.v5i1.291>.

disimpulkan bahwa PKM yang dilaksanakan membuahkan hasil yang positif. Guru sudah mampu menggunakan LSLC untuk merancang pembelajaran berbasis 4C. Setelah dievaluasi, kemampuan siswa menunjukkan hasil yang positif pada aspek 4C.<sup>40</sup>

Berdasarkan uraian latar belakang di atas dan dari *review* penelitian sebelumnya yang relevan, solusi dari permasalahan ini adalah dengan menganalisis kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) guru yang dikaitkan dengan melihat pengaruhnya terhadap keterampilan peserta didik abad 21 yaitu *critical thinking*, *communication skill*, *collaboration*, dan *creativity* (4C). Guru mendapat manfaat yang positif dari penggunaan teknologi di dalam pembelajaran. Penggunaan teknologi dapat memberikan pembelajaran kontekstual pada peserta didik dan membantu meningkatkan keterampilan 4C mereka.

Tujuan dari kemampuan TPACK adalah agar guru biologi menemukan cara baru dalam berpikir dan memecahkan masalah pembelajaran guna meningkatkan kemampuannya untuk membantu peserta didik belajar dengan baik di abad ke-21. Keterampilan *critical thinking*, *communication skill*, *collaboration*, dan *creativity* (4C) peserta didik akan meningkat seiring dengan peningkatan kemampuan TPACK guru, sehingga keterampilan TPACK guru berkaitan dengan keterampilan 4C peserta didik. Dengan demikian, peneliti ingin melakukan penelitian yang berjudul “Analisis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi Dalam Kaitannya Dengan Keterampilan 4C Kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung”.

---

<sup>40</sup> Ira Nofita Sari et al., “Implementasi LSLC Untuk Meningkatkan Kecakapan Guru IPA Dalam Mendesain Pembelajaran Berbasis 4C Di Kecamatan Selakau,” *GERVASI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 6, no. 3 (2022): 895–908.

## C. Identifikasi dan Batasan Masalah

### 1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

- a. Kerangka kerja *Technological Pedagogical and Content Knowledge* masih asing terdengar oleh guru biologi, pengetahuan guru mengenai Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) terbatas, kurangnya motivasi guru untuk belajar mengintegrasikan pemanfaatan teknologi didalam pembelajaran, sehingga guru belum sepenuhnya mengintegrasikan kerangka kerja TPACK ke dalam pembelajaran biologi. Dampaknya pembelajaran menjadi kurang menarik dan kurangnya inovasi baru yang memanfaatkan teknologi.
- b. Sarana dan prasarana yang disediakan oleh sekolah masih banyak mengalami kendala teknis membuat guru menjadi kurang berminat untuk menggunakan fasilitas tersebut, sehingga guru selalu melakukan metode pembelajaran konvensional tanpa memanfaatkan media teknologi. Hal ini membuat pembelajaran menjadi monoton dan kurangnya variasi dalam pembelajaran.
- c. Belum adanya penilaian yang spesifik pada keterampilan *critical thinking, communication, collaboration, dan creative thinking* peserta didik.

### 2. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, penulis membatasi masalah sehingga penelitian lebih terarah yaitu sebagai berikut:

- a. Penelitian ini fokus pada analisis kemampuan TPACK guru dengan tujuh indikator yaitu TK, PK, CK, TPK, PCK, TCK, dan TPACK yang akan diteliti dan melihat hubungannya dalam meningkatkan keterampilan 4C peserta didik yaitu keterampilan

*critical thinking, communication, collaboration, dan creative thinking.*

- b. Penelitian ini dilakukan di sekolah yang sudah menerapkan Kurikulum Merdeka dan materi biologi yang digunakan yaitu materi keanekaragaman hayati.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Apakah ada hubungan yang kuat dan positif antara kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru biologi dalam kaitannya dengan keterampilan 4C kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan uraian rumusan masalah di atas, maka tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengetahui hubungan yang kuat dan positif antara kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru biologi dalam kaitannya dengan keterampilan 4C kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Hasil dari penelitian ini, diharapkan mampu memberi manfaat kepada beberapa pihak secara langsung maupun tidak langsung. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

##### **1. Manfaat teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi mengenai kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) guru dalam kaitannya dengan keterampilan 4C peserta didik, dapat dijadikan sebagai rujukan dalam menunjang penelitian ilmiah selanjutnya, dan dapat menambah wawasan mengenai teknologi yang diterapkan dalam pembelajaran khususnya ilmu biologi.

## 2. Manfaat praktis

### a. Bagi sekolah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengevaluasi kinerja guru dengan mengidentifikasi kelemahan-kelemahan yang ada pada guru biologi, sehingga dapat mencari solusi terbaik untuk meningkatkan kinerja guru serta kualitas pendidikan di sekolah, dan dijadikan sebagai tolak ukur untuk mempersiapkan tenaga pendidik dalam menghadapi perkembangan teknologi di dunia pendidikan.

### b. Bagi guru

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan arah baru bagi guru dalam memecahkan masalah terkait dengan mengintegrasikan literasi teknologi ke dalam kegiatan belajar mengajar. Dan juga dapat mengoptimalkan kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) menjadi satu kesatuan yang utuh, yang dapat meningkatkan keterampilan 4C peserta didik, serta dapat menghasilkan proses pembelajaran yang efektif, efisien dan menarik.

### c. Bagi peneliti lain

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan baru dan dijadikan bahan penelitian lanjutan maupun referensi selanjutnya yang berkaitan dengan kompetensi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) guru maupun keterampilan 4C peserta didik.

### d. Bagi peserta didik

Hasil penelitian ini diharapkan dapat mengasah ataupun mengembangkan kemampuan 4C dengan memanfaatkan teknologi dan mengimplementasikannya di dalam pembelajaran untuk menghadapi persaingan di dunia pendidikan abad 21.

## G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, penelitian ini relevan dan berkaitan dengan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* dan keterampilan 4C yakni penelitian yang dilakukan oleh Joko Haka et al, menunjukkan hasil yaitu kemampuan TPACK guru dalam mengembangkan perangkat pembelajaran dengan sampel 3 guru SMA di Kecamatan Gondang Kabupaten Sragen dapat dikatakan kemampuan TPACK guru cukup baik dengan skor *Technological Knowledge* (TK) sebesar 42,8%, *Pedagogical Knowledge* (PK) sebesar 51,6%, *Content Knowledge* (CK) sebesar 76%, *Technological Content Knowledge* (TCK) sebesar 53,3%, *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) sebesar 51,3%, *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) sebesar 62,3% dan TPACK sebesar 51,3%.<sup>41</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Nukhbatul Bidayati Haka et al, menunjukkan hasil bahwa terdapat korelasi yang positif dengan tingkat sedang dan signifikan antara kemampuan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPCK) dengan kemampuan menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran pada mahasiswa calon guru Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung.<sup>42</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Turmuzi dan Eka mendapatkan hasil bahwa pada mata kuliah *Micro Teaching*, mahasiswa calon guru matematika menunjukkan kemampuan mengajar dalam hal *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) dengan standar deviasi rata-rata 0,75, proporsi rata-rata 77,80%, dan rata-rata 3,89 dengan kategori sedang.<sup>43</sup>

---

<sup>41</sup> Suyamto, Masykuri, and Sarwanto, "Analisis Kemampuan TPACK (Technological, Pedagogical, and Content Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah."

<sup>42</sup> Haka, Yohana, and Puspita, "Technological Pedagogical Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Biologi Dalam Menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran."

<sup>43</sup> Muhammad Turmuzi and Eka Kurniawan, "Kemampuan Mengajar Mahasiswa Calon Guru Matematika Ditinjau Dari Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Pada Mata Kuliah Micro Teaching," *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika* 5, no. 3 (2021): 2484–98, <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.881>.

Penelitian yang dilakukan oleh Iana Zahwa et al, menunjukkan hasil bahwa *Technology Integration Self-Efficacy* (TISE) dan *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) memiliki hubungan yang kuat dan signifikan, dengan nilai korelasi Pearson sebesar 0,736 dan R square sebesar 0,542. Artinya, TISE memberikan kontribusi sebesar 54,20% TPACK calon guru IPA. Temuan penelitian ini juga menunjukkan adanya keterkaitan antara penguasaan mata pelajaran dengan TISE dan TPACK calon guru IPA memiliki nilai R square sebesar 0,542 dan p-value (sig) sebesar 0,000 (<0,05). Dapat disimpulkan bahwa penguasaan mata kuliah TISE dapat mempengaruhi TPACK calon guru IPA.<sup>44</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Dila Putri Maharani et al, menunjukkan hasil bahwa kemampuan TK, CK, PK, TCK, PCK, dan TPACK sudah ada dalam pengajaran guru di Surakarta yang dimana menggunakan teknologi berupa aplikasi *WhatsApp* yang populer di kalangan peserta didik dan orang tua. Tidak hanya itu saja, video pembelajaran, *Zoom Meeting*, dan *Web Meeting* juga digunakan satu bulan sekali dalam evaluasi pembelajaran.<sup>45</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh D. Yulianti et al, menunjukkan hasil pengukuran efikasi diri TPACK guru IPA prajabatan yang terdiri dari pengetahuan teknologi, pengetahuan konten, pengetahuan pedagogik, pengetahuan konten pedagogik, pengetahuan konten teknologi, pengetahuan pedagogik teknologi, pengetahuan konten pedagogik teknologi, dan manajemen pedagogik teknologi adalah dalam kategori sedang. Hasil ini memungkinkan untuk meningkatkan prestasi akademik. Peningkatan pengetahuan tentang TPACK sangat diperlukan

---

<sup>44</sup> Zahwa, Saptono, and Dewi, "The Interrelation Among Course Mastery, Technology Integration Self Efficacy, and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Prospective Science Teachers."

<sup>45</sup> Dila Putri Maharani et al., "Analisis TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) Guru Sekolah Dasar Dalam Pembelajaran Di Masa Pandemi Covid-19 Di Surakarta," *Jurnal Basicedu* 5, no. 6 (2021): 5195–5203, <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1501> ISSN.



karena pengetahuan guru akan mempengaruhi tindakan guru di kelas.<sup>46</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Imam Fitri Rahmadi, menunjukkan hasil bahwa TPACK adalah jenis pengetahuan baru yang harus dikuasai guru untuk mengintegrasikan teknologi secara efektif ke dalam pembelajaran. Pengukuran TPACK adalah kegiatan yang digunakan untuk menilai tingkat penguasaan TPACK. Dan pengembangan TPACK merupakan kelanjutan dari proses pengukuran yang digunakan untuk meningkatkan penguasaan TPACK. TPACK dapat digunakan sebagai kerangka pengembangan kurikulum pendidikan yang lebih sesuai dengan era dan tuntutan pembelajaran abad 21.<sup>47</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Wati Susilawati et al, menunjukkan hasil bahwa kegiatan pelatihan desain TPCK terlaksana dengan baik. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan kompetensi dan keterampilan guru matematika dalam menyusun penyusunan RPP, bahan ajar, LKPD, dan video pembelajaran berbasis TIK yang sesuai indikator keberhasilan dalam menyusun dokumen aspek *content representation* dan *pedagogical and professional-experience repertoires*, pelaksanaan proses pembelajaran berbantuan teknologi digital, evaluasi dan penilaian melalui kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) yang dilakukan secara daring bagi guru matematika sekolah mitra yaitu MTs di Kabupaten Bandung. Hasil evaluasi penyebaran angket dan dokumentasi menghasilkan tanggapan yang positif. Pelatihan kegiatan PKM terjadi peningkatan kompetensi numerasi dan literasi digital guru MTs dalam menyusun TPCK secara

---

<sup>46</sup> D. Yulianti et al., "Measurement of TPACK Self-Efficacy for Pre-Service Science Teachers," *Journal of Physics: Conference Series* 1918, no. 5 (2021), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/5/052084>.

<sup>47</sup> Imam Fitri Rahmadi, "Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21," *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan* 6, no. 1 (2019): 65–74, <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32493/jpkn.v6i1.y2019.p65-74>.

matematis melalui desain produk yang relevan dengan aspek TPACK.<sup>48</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh F.B. Satriani et al, menunjukkan hasil bahwa pembelajaran secara daring dengan keterampilan 4C sudah dilaksanakan dengan baik di kelas X Bahasa SMAN 1 Batu. Terdapat empat dimensi, masing-masing dengan tiga item. Total skor untuk setiap dimensi dihitung dengan menggunakan hasil kuesioner yang telah diisi oleh 20 responden. Skor total 140 diperoleh pada dimensi berpikir kritis dan kreatif, dimensi kolaborasi mendapatkan skor total 147, dan dimensi komunikasi mendapatkan skor total 143. Sehingga total skor rata-rata keempat dimensi yang diperoleh adalah 142. Skor total untuk dimensi kedua kolaborasi berada di atas rata-rata dan tertinggi jika dibandingkan dengan dimensi lainnya. Sedangkan dimensi berpikir kritis dan kreatif memiliki skor total yang lebih rendah dari rata-rata. Dapat disimpulkan bahwa data skor total yang diperoleh dari hasil angket untuk masing-masing keempat dimensi keterampilan yaitu berpikir kritis, kreatif, komunikasi, dan kolaborasi sudah baik, namun pada keterampilan berpikir kritis dan kreatif masih dapat ditingkatkan.<sup>49</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Lilik Hiriyah et al, menunjukkan hasil bahwa kemampuan guru madrasah di Jawa Timur peserta Program Pendidikan Profesi Guru (PPG) di Lembaga Pendidikan Guru (LPTK) UIN Sunan Ampel Surabaya yang memiliki kemampuan TPACK sangat baik masih sebatas 18,75%, berdasarkan hasil pemaparan data dan pembahasan penelitian. Sementara itu, 60% peserta memiliki kemampuan TPACK baik, sedangkan 21,25% memiliki kemampuan TPACK sedang atau cukup. Persentase guru dengan kemampuan TPACK

---

<sup>48</sup> Susilawati, Widiastuti, and Abdullah, "Pelatihan Desain Technological Pedagogical, Content Knowledge Pembelajaran Matematis Menuju Pendidik Profesional."

<sup>49</sup> F B Satriani, U Sutiyarti, and R Wahyuningsih, "Analisis Metode Pembelajaran 4C Dalam Pembelajaran Daring Bahasa Jepang Kelas X Bahasa SMAN 1 Batu," *Jurnal Pendidikan Bahasa Jepang* 8, no. 1 (2022): 45–56.

dalam kategori cukup atau sedang masih tergolong tinggi, yaitu sebesar 21,25%.<sup>50</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Siti Mursidah et al, dengan hasil persamaan garis regresi  $Y = 0,551 - 0,03 X_1 + 0,995 X_2$  menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara keterampilan berpikir kritis dan keterampilan komunikasi dengan retensi peserta didik dalam pembelajaran biologi melalui strategi pembelajaran RPQSS (*Reading Practicing Questioning Summarizing and Sharing*). Keterampilan komunikasi berkontribusi lebih besar terhadap retensi peserta daripada keterampilan berpikir kritis, yaitu sebesar 99,7%.<sup>51</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Fuji Lamhatin et al, menunjukkan hasil bahwa uji coba yang diperoleh untuk mengetahui tingkat validitas instrumen HOTS dalam pembelajaran IPA menunjukkan rata-rata skor total CVR dan  $CVI \geq 1$  yaitu layak. Hasil uji coba yang diperoleh untuk mengetahui peningkatan keterampilan 4C menggunakan instrumen HOTS dalam pembelajaran IPA diketahui bahwa keterampilan komunikasi mengalami peningkatan mencapai 51,79%, keterampilan kolaborasi 51,79%, keterampilan berpikir kritis 67,86%, dan keterampilan berpikir kreatif 54,46% dengan kriteria terdapat peningkatan yang cukup signifikan. Untuk hasil tanggapan peserta pada instrumen asesmen HOTS keterampilan 4C sebesar 67,5% dan respon guru sebesar 87,5% dengan kategori sangat tercapai.<sup>52</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Sari Nur Hayani dan Utama, menunjukkan hasil nilai t-hitung dari uji-t sebesar  $2,711 > \text{hitung}$

---

<sup>50</sup> Lilik Huriyah et al., "Madrasah Teachers' TPACK: To What Extent It Facilitates Students' Learning for Literacy?," *Proceedings of the International Conference on Madrasah Reform 2021 (ICMR 2021)* 633 (2021): 160–64, <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220104.024>.

<sup>51</sup> Mursidah, Susilo, and Corebima, "Hubungan Antara Keterampilan Berpikir Kritis Dan Keterampilan Berkomunikasi Dengan Retensi Siswa Dalam Pembelajaran Biologi Melalui Strategi Pembelajaran Reading Practicing Questioning Summarizing and Sharing."

<sup>52</sup> Fuji Lamhatin, Dyah Ayu Fajarianingtyas, and Anik Anekawati, "Pengembangan Instrumen Penilaian HOTS Memuat Keterampilan 4C Menuju Pembelajaran Abad 21," *EKSAKTA: Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA* 7, no. 1 (2022): 30–38, <https://doi.org/DOI: 10.31604/eksakta.v7i1.30-38>.

dari t tabel ( $2,711 > 1,717$ ) dengan sig  $< 0,05$  ( $0,013 < 0,05$ ), menunjukkan bahwa ada pengaruh antara pengembangan perangkat pembelajaran berbasis TPACK dengan kualitas pembelajaran online. Sedangkan t-score untuk pengembangan model pembelajaran berbasis TPACK adalah 5.018 t-tabel ( $5.018 > 1.717$ ) dengan sig  $< 0,05$  ( $0,000 < 0,05$ ). Sehingga dapat disimpulkan bahwa pengembangan kompetensi guru dalam memilih model pembelajaran berbasis TPACK ternyata berdampak pada peningkatan kualitas pembelajaran daring.<sup>53</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Yanti Fitria, menunjukkan hasil bahwa aspek kompetensi yang paling banyak diteliti dengan pendekatan TPACK yaitu aspek komunikasi dengan persentase 80%, aspek kompetensi yang paling banyak diteliti dengan model PBL adalah berpikir kritis, dengan persentase 80%, dan aspek kompetensi yang paling banyak dipelajari adalah terkait kreativitas peserta didik dengan persentase 70%. Pendekatan TPACK, model PBL, dan model PjBL dapat dijadikan titik tolak bagi pendidik untuk mengajarkan materi dalam rangka meningkatkan keterampilan abad 21 untuk jenjang pendidikan dasar di era 5.0. Disimpulkan bahwa pendekatan TPACK, model PBL, dan model PjBL dapat meningkatkan potensi siswa. Mereka memperoleh pengalaman menjadi peka untuk mengidentifikasi masalah, berkolaborasi untuk menemukan solusi atas masalah yang mereka hadapi, dan mengkomunikasikannya dengan tepat.<sup>54</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Aisyah Nur Afifa et al, mendapatkan hasil bahwa di tengah pandemi COVID-19, proses pembelajaran online menggunakan teknologi informasi dan komunikasi berdampak positif terhadap hasil belajar peserta didik pada mata pelajaran biologi di lembaga pendidikan MAN 2 Jember. Salah satu manfaatnya adalah mahasiswa mendapatkan

---

<sup>53</sup> Hayani and Utama, "Pengembangan Perangkat Dan Model Pembelajaran Berbasis TPACK Terhadap Kualitas Pembelajaran Daring."

<sup>54</sup> Yanti Fitria, "Pembelajaran Yang Melejitkan Kecakapan Abad 21 Untuk Level Pendidikan Dasar Di Era 5.0," *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar*, 2021, 367–87, <http://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/PSNPD/article/view/1083>.

pengetahuan baru melalui pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam pembelajaran online.<sup>55</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Denisa Alfaneanda Shafira dan Minsih, mendapatkan hasil bahwa desain pembelajaran TPACK yang digabungkan dengan model *blended learning* sehingga media yang digunakan guru sesuai dengan materi yang diajarkan, pembelajaran tidak terasa membosankan, dan guru menjadi lebih kreatif dan inovatif. SD Negeri 1 Gondang menggunakan *blended learning* sebanyak tiga kali tatap muka dan tiga kali melalui pembelajaran jarak jauh. Pada pembelajaran jarak jauh, pembelajaran dilakukan oleh guru dan peserta didik melalui jaringan internet. Sedangkan pada pembelajaran tatap muka, pembelajaran dilakukan secara bergilir. Dengan menerapkan *blended learning* dan desain pembelajaran TPACK, khususnya penggunaan LCD proyektor pada saat kegiatan belajar mengajar, slide powerpoint, dan video pembelajaran, maka antusias peserta didik terhadap pembelajaran tatap muka sangat besar, dan peserta didik dapat belajar secara mandiri.<sup>56</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Iwan Fajri et al, mendapatkan hasil bahwa model pembelajaran *project citizen* berbasis portofolio mengarah pada peningkatan keterampilan 4C. Berdasarkan analisis data, terjadi peningkatan sebesar 0,212 pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *project citizen*. Hasil pengujian hipotesis menghasilkan nilai signifikansi  $(0,000) < 0,05$  yang menunjukkan bahwa model pembelajaran *project citizen* berpengaruh signifikan terhadap peningkatan keterampilan 4C. Hasil penelitian menunjukkan

---

<sup>55</sup> Aisya Nur Afifa, Sarifatul Ula, and Siti A. Azizah, "Pengaruh Penggunaan Teknologi Di Masa Pandemi Covid-19 Terhadap Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Biologi Di MAN 2 Jember," *ALVEOLI: Jurnal Pendidikan Biologi* 2, no. 1 (2021): 54–66, <https://doi.org/10.35719/alveoli.v2i1.35>.

<sup>56</sup> Denisa Alfaneanda Shafira and Minsih, "Blended Learning Dengan Desain Pembelajaran TPACK Pada Tatap Muka Terbatas Di Sekolah Dasar," *Jurnal Basicedu* 6, no. 3 (2022): 4622–28, <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2914> ISSN.

bahwa model pembelajaran *project citizen* dapat membantu peserta didik meningkatkan keterampilan 4C.<sup>57</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Ida Yuyu Nurul Hizqiyah et al, mendapatkan hasil bahwa keterampilan pemecahan masalah masuk kedalam kategori sedang yang dibantu dengan penggunaan Ensiklopedia Online Wikipedia sebagai sumber informasi. Pemanfaatan Wikipedia untuk memecahkan suatu masalah dapat mengasah keterampilan siswa dalam berbagai domain yaitu keterampilan berpikir kritis, belajar mandiri, literasi digital, dan kolaborasi yang merupakan keterampilan siswa abad 21. Penyajian masalah dalam penelitian ini menggunakan masalah dunia nyata dalam bentuk artikel berita yang dimana tujuannya untuk membiasakan siswa pada pemecahan masalah.<sup>58</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Noviani Maulida et al, menunjukkan hasil bahwa pelaksanaan pembelajaran berbasis TPACK dengan *blended learning* menghasilkan pelaksanaan kegiatan guru dan siswa yang sangat baik. Keterampilan komunikasi tulisan siswa pada materi sistem gerak memperoleh nilai *posttest* kategori sangat baik menggunakan pembelajaran berbasis TPACK dengan *blended learning*, dan rata-rata nilai *N-Gain* berada pada kategori tinggi. Keterampilan komunikasi lisan dinilai tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis TPACK yang dikombinasikan dengan *blended learning* dapat membantu siswa meningkatkan kemampuan komunikasinya. Rata-rata nilai *posttest* pada kelas kontrol berada pada kategori baik, dan skor *N-Gain* berada pada kategori sedang. Untuk keterampilan komunikasi lisan berada pada kategori cukup. Pembelajaran berbasis TPACK yang dipadukan dengan *blended learning* meningkatkan kemampuan komunikasi siswa pada materi sistem gerak manusia berpengaruh secara positif dan signifikan. Rata-rata respon siswa terhadap pembelajaran berbasis

---

<sup>57</sup> Iwan Fajri et al., "Peningkatan Keterampilan 4C Melalui Model Pembelajaran Berbasis Portofolio," *Jurnal Dedikasi Pendidikan* 4, no. 2 (2020): 371–80.

<sup>58</sup> Hizqiyah, Widodo, and Sriyati, "Pembelajaran Abad 21 Dengan Menggunakan Wikipedia Sebagai Sumber Informasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah."

TPACK dengan *blended learning* sangat tinggi. Perolehan rata-rata ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis TPACK yang dipadukan dengan *blended learning* dapat diterima dengan baik oleh siswa.<sup>59</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Anton dan Ridwal Trisoni, menggunakan metode kepustakaan menunjukkan hasil bahwa dengan mengimplementasikan keterampilan 4C dalam pelaksanaan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila (P5), akan menghasilkan peserta didik yang berkualitas jika mereka cepat memahami apa yang disampaikan guru dan teman kelompok kerja melalui komunikasi. Sikap gotong royong dapat terbentuk dalam diri peserta didik dengan bekerja sama sehingga melahirkan peserta didik yang memiliki sikap tanpa pamrih, menghasilkan peserta didik yang berpikir kritis, berinovasi, dan kreatif. Jadi, dengan penerapan 4C dalam P5, peserta didik dapat menjawab tantangan abad ke-21, dan 4C dapat berkontribusi dalam penerapan P5 dalam Kurikulum Merdeka.<sup>60</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh Laila Puspita et al, menunjukkan hasil bahwa pengaruh model pembelajaran CPS disertai teknik diagram Vee terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa kelas X MAN 2 Bandar Lampung menunjukkan bahwa penggunaan model CPS disertai teknik diagram Vee memberikan dampak positif terhadap keterampilan berpikir kreatif siswa.<sup>61</sup>

Berdasarkan hasil dari *review* jurnal terdahulu yang relevan didapatkan celah penelitian yang tidak dilakukan oleh peneliti

---

<sup>59</sup> Novianti Maulida, S Sa'adah, and U Ukit, "Peningkatan Keterampilan Berkomunikasi Siswa Melalui Pembelajaran Berorientasi TPACK Dengan Blended Learning Pada Materi Sistem Gerak," *Jurnal BIOEDUIN: Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi* 11, no. 2 (2021): 79–87, <http://journal.uinsgd.ac.id/index.php/bioeduin/article/view/14313>.

<sup>60</sup> Anton and Ridwan Trisoni, "Kontribusi Keterampilan 4C Terhadap Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila Pada Kurikulum Merdeka," *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Pendidikan* 2, no. 3 (2022): 528–35, <https://doi.org/10.47709/educendikia.v2i3.1895>.

<sup>61</sup> Laila Puspita, Nanang Supriadi, and Amanda Diah Pangestika, "Pengaruh Model Pembelajaran Creative Problem Solving (CPS) Disertai Teknik Diagram Vee Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Materi Fungi Kelas X MAN 2 Bandar Lampung," *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi* 9, no. 1 (2018): 01, <https://doi.org/10.24042/biosf.v9i1.2871>.



terdahulu yaitu menganalisis kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) guru yang dikaitkan dengan variabel terikat yaitu melihat hubungannya dengan keterampilan peserta didik di abad ke-21 yaitu *critical thinking, communication skill, collaboration, dan creativity* (4C). Penelitian ini dilakukan di SMA Negeri di Bandar Lampung yang dimana kegiatan belajar mengajar sudah kembali normal setelah pandemi dan diterapkan pada jenjang fase E kelas X Kurikulum Merdeka Belajar pada mata pelajaran biologi materi Keanekaragaman Hayati. Sehingga kebaruan penelitian ini yaitu menganalisis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru biologi dalam kaitannya dengan keterampilan 4C pada peserta didik kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung.

#### H. Sistematika Penulisan

1. **BAB I** Pendahuluan, memaparkan penegasan judul, latar belakang pengambilan masalah yang dijadikan fokus utama dalam penelitian, identifikasi dan batasan masalah, rumusan masalah, tujuan dilakukan penelitian, manfaat penelitian, kajian peneliti terdahulu yang relevan dengan penelitian ini, metode penelitian yang digunakan, serta struktur organisasi skripsi.
2. **BAB II** Landasan Teori, memaparkan deskripsi teori-teori yang dijadikan sebagai landasan dalam melakukan penelitian ini dan hipotesis penelitian ini.
3. **BAB III** Metode Penelitian, memaparkan waktu dan tempat penelitian, pendekatan dan jenis penelitian, populasi, sampel, teknik pengumpulan data, instrumen yang digunakan, dan langkah uji data penelitian.
4. **BAB IV** Hasil Penelitian dan Pembahasan, memaparkan deskripsi data, pembahasan hasil penelitian dan analisis.
5. **BAB V** Penutup, memaparkan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan disertai dengan rekomendasi untuk pembaca maupun penulis selanjutnya yang berminat.



## BAB II LANDASAN TEORI

### A. Kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK)

*Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) didefinisikan sebagai kemampuan guru dalam mengintegrasikan pengetahuan konten, pengetahuan pedagogik, dan pengetahuan teknologi ke dalam praktik pembelajaran guna menghadapi tantangan era pendidikan abad 21.<sup>62</sup> TPACK adalah jenis pengetahuan baru yang harus dikuasai guru untuk mengintegrasikan teknologi dan pedagogik dengan baik dalam pengembangan konten pendidikan. Dapat diartikan bahwa TPACK merupakan kerangka kerja dalam pembelajaran yang menggabungkan tiga aspek pengetahuan yaitu teknologi, pedagogik, dan konten/materi. Menurut Mishra dan Koehler, mengajar adalah kegiatan kompleks yang melibatkan berbagai jenis pengetahuan guru yang dimana guru perlu memahami secara menyeluruh materi yang akan disampaikan (*content knowledge*), pengetahuan tentang cara guru menyampaikan suatu materi (*pedagogical knowledge*), dan pengetahuan tentang pemanfaatan berbagai teknologi dalam merencanakan pembelajaran yang aktif (*technological knowledge*). Ketiga pengetahuan tersebut saling bersinggungan untuk mendukung satu sama lain.<sup>63</sup>

Kerangka TPACK yang dikembangkan Mishra dan Koehler disusun dengan menambahkan pengetahuan teknologi pada konsep PCK (*Pedagogical Content Knowledge*) yang pertama kali dikenalkan oleh Lee Shulman pada tahun 1986, dikarenakan konsep PCK sudah tidak relevan lagi untuk diterapkan pada era

---

<sup>62</sup> A. R.A. Putri, T. Hidayat, and W. Purwianingsih, "Analysis of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Biology Teachers in Classification of Living Things Learning," *Journal of Physics: Conference Series*, no. 1-7 (2020), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042033>.

<sup>63</sup> Mishra and Koehler, "Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge."

pembelajaran abad 21.<sup>64</sup> Untuk memenuhi tantangan abad ke-21, teknologi dianggap harus diintegrasikan ke dalam pembelajaran. Guru tidak hanya harus memiliki keterampilan PCK tetapi juga menggunakan teknologi di dalam kelas. Hal ini dilakukan dengan harapan dapat memberikan arah baru dalam penggunaan teknologi untuk mendukung proses pembelajaran.

Tentunya dengan penggunaan teknologi ini diharapkan dapat meningkatkan efektifitas dan efisiensi pembelajaran. TPACK merupakan komponen penting dari empat kompetensi utama guru, yang meliputi kompetensi pedagogik, kepribadian, sosial, dan profesional. Perubahan paradigma pembelajaran abad 21 yang menuntut komunikasi, kolaborasi, kreativitas, dan kemampuan berpikir kritis, memperkuat hal tersebut. Dengan kata lain, penguasaan TPACK sudah menjadi kebutuhan tidak hanya bagi guru, tetapi juga bagi calon guru yang ingin menjadi pendidik.

Sederhananya, TPACK adalah framework yang mengintegrasikan hubungan antara teknologi, pedagogik, dan konten. Artinya, hanya karena seorang guru dapat menyampaikan materi dengan cara yang menarik, belum tentu ia sudah menjadi seorang guru yang baik dan profesional. Guru profesional belum tentu guru yang memiliki kompetensi pedagogik dan pengetahuan konten. Guru profesional dalam kerangka TPACK adalah mereka yang memiliki pengetahuan di tiga bidang yaitu teknologi, pedagogik, dan konten.

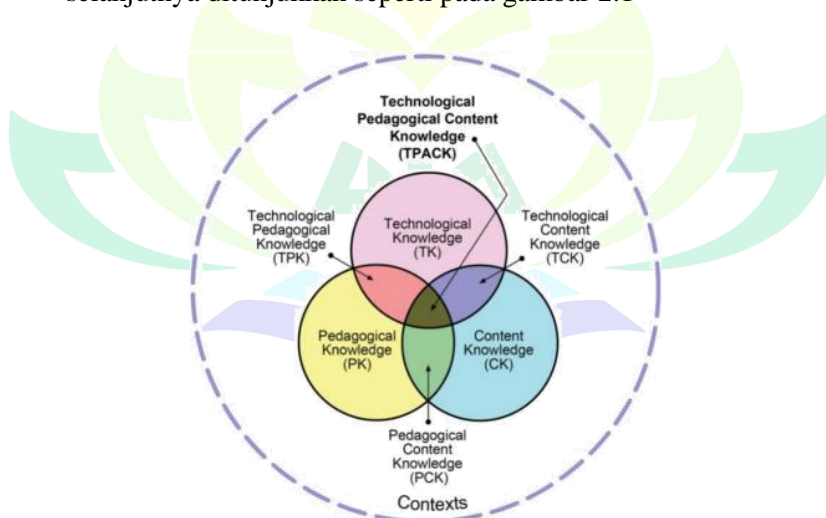
TPACK menunjukkan bahwa guru harus memiliki pemahaman menyeluruh tentang teknologi, pedagogik, dan konten dalam pembelajaran serta mampu untuk mengelolanya. TPACK bukanlah pengetahuan yang terpisah dari teknologi, pedagogik, dan konten, melainkan hubungan yang harmonis dan berkaitan satu sama lain. Jika satu sisi tidak terpenuhi, maka akan berdampak pada komponen lainnya. Pengetahuan teknologi yang mendalam sangat penting untuk pembelajaran yang efektif.

---

<sup>64</sup> Laely Armiyati and Miftahul Habib Fachrurozi, "Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Mahasiswa Calon Guru Di Tasikmalaya," *JIPSINDO (Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Indonesia)* 09, no. 02 (2022): 164–76, <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jipsindo.v9i2.52050>.

Bukan berarti bahwa pengetahuan konten dan pedagogik tidak penting, tetapi teknologi adalah komponen baru dalam kerangka pembelajaran abad ke-21.<sup>65</sup>

TPACK terdiri dari tiga jenis pengetahuan dasar yaitu pengetahuan teknologi/*Technology Knowledge* (TK), pengetahuan pedagogik/*Pedagogical Knowledge* (PK), dan pengetahuan konten/*Content Knowledge* (CK). Kombinasi dari ketiga konsep dasar ini menghasilkan empat konsep baru yaitu pengetahuan konten pedagogik/*Pedagogical Content Knowledge* (PCK), pengetahuan konten teknologi/*Technological Content Knowledge* (TCK), pengetahuan teknologi pedagogik/*Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) dan, teknologi pedagogik dan pengetahuan konten/*Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK).<sup>66</sup> Kerangka kerja TPACK hasil dari pengembangan Mishra & Koehler selanjutnya ditunjukkan seperti pada gambar 2.1



**Gambar 2. 1 Kerangka Kerja TPACK dari Mishra & Koehler<sup>67</sup>**

<sup>65</sup> Akhwani, "Integration of TPACK as a Basic Framework for 21st Century Learning: An Analysis of Professional Teacher Competencies."

<sup>66</sup> Rahmadi, "Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21."

<sup>67</sup> Koehler and Mishra, "What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)?"

Penjelasan dari komponen kerangka kerja di atas adalah sebagai berikut:

### 1. *Technological Knowledge (TK)*

Pengetahuan teknologi/*Technological Knowledge (TK)* adalah pengetahuan dasar tentang berbagai jenis teknologi digital sebagai alat, proses, atau sumber seperti komputer, internet, video digital, aplikasi perangkat lunak, atau kemampuan untuk beradaptasi dan mempelajari teknologi baru.<sup>68</sup> Memahami bagaimana menggunakan perangkat lunak dan perangkat keras komputer, alat presentasi seperti dokumen presentasi, dan teknologi lainnya dalam konteks pendidikan merupakan pengetahuan teknologi. *Technological Knowledge* merupakan pemahaman tentang pentingnya integrasi teknologi dalam pembelajaran. Penerapan teknologi harus berkembang seiring dengan perkembangan zaman. Mengingat pesatnya kemajuan dan perubahan teknologi, maka dari itu kemampuan ini harus dimiliki.<sup>69</sup> Misalnya, perkembangan komputer dari komputer pribadi atau *Personal Computer (PC)* hingga *notebook* saat ini. Padahal komputer dapat digunakan untuk berbagai tugas pedagogik seperti penelitian, komunikasi, dan sebagainya.

Teknologi dapat digunakan untuk meningkatkan komunikasi, mengolah data siswa, dan meningkatkan produktivitas guru. Calon pendidik juga harus beradaptasi dan mempelajari perkembangan teknologi. Penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar, membantu mereka mendeskripsikan materi yang abstrak, dan membantu proses penyelidikan. Hal ini sesuai dengan empat kompetensi yang dibutuhkan guru, salah satunya adalah kompetensi sosial untuk menggunakan teknologi komunikasi dan informasi secara fungsional.

---

<sup>68</sup> Turmuzi and Kurniawan, "Kemampuan Mengajar Mahasiswa Calon Guru Matematika Ditinjau Dari Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Pada Mata Kuliah Micro Teaching."

<sup>69</sup> Suyanto, Masykuri, and Sarwanto, "Analisis Kemampuan TPACK (Technolgical, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah."

Akibatnya, guru harus terampil dalam mengolah informasi dan berkomunikasi dengan TIK di dalam pembelajaran. Pengetahuan dasar, pengetahuan teknologi, dan kemampuan mengaplikasikannya bertujuan untuk menunjang pemahaman terhadap materi pelajaran yang dipelajari oleh peserta didik.<sup>70,</sup>

<sup>71</sup>

## 2. *Content Knowledge (CK)*

Pengetahuan konten atau materi/*Content Knowledge (CK)* adalah pengetahuan yang harus dikuasai guru tentang isi atau materi pelajaran yang akan disampaikan kepada peserta didik pada proses pembelajaran. Pengetahuan ini mengarah kepada pengetahuan disiplin ilmu atau materi pelajaran yang harus dikuasai guru saat mengajar. Kemampuan tersebut diukur dengan pengetahuan konsep materi meliputi kesesuaian materi, keluasan materi, kedalaman materi, serta pengembangan materi. *Content Knowledge* juga penting karena menentukan cara berpikir yang khas dari disiplin ilmu tertentu dalam setiap kajiannya. *Content Knowledge* berkaitan dengan substansi materi yang harus dikuasai guru agar peserta didik dapat belajar dikarenakan pemahaman mereka terhadap materi yang diajarkan akan dipengaruhi oleh penguasaan seorang pendidik terhadap materi tersebut. Oleh sebab itu guru harus benar-benar memahami peran *Content Knowledge* dalam pembelajaran.<sup>72, 73,</sup>

## 3. *Pedagogical Knowledge (PK)*

Pengetahuan pedagogik/*Pedagogy Knowledge (PK)* mengacu pada pengetahuan mendalam tentang teori dan

---

<sup>70</sup> Rahmadi, "Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21."

<sup>71</sup> Tatat Hartati et al., "Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Pembelajaran Mahasiswa PPG SD Prajabatan," *Edutech* 18, no. 2 (2019): 174–81, <https://doi.org/10.17509/e.v18i2.15092>.

<sup>72</sup> Romiasih, Herpratiwi, and Widodo, "Profil Kemampuan Guru SMA Negeri 6 Bandar Lampung Dalam Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Teknologi Sebagai Media Pembelajaran."

<sup>73</sup> Eka Ariyati, "Kemampuan Pedagogical Content Knowledge Calon Guru Biologi Menyusun RPP Pada Praktik Microteaching," *Edukasi: Jurnal Pendidikan* 16, no. 1 (2018): 82–92, <https://doi.org/10.31571/edukasi.v16i1.839>.



praktik belajar mengajar, seperti tujuan, proses, penilaian metode pembelajaran, strategi, dan sebagainya. *Pedagogy Knowledge* memerlukan pemahaman aspek kognitif, afektif, dan sosial, serta pengembangan teori belajar dan penerapannya dalam proses pembelajaran. Guru harus memahami pedagogik yang dibutuhkan dan berkonsentrasi pada bagaimana peserta didik memahami dan mengkonstruksi pengetahuan, sikap, dan keterampilan.<sup>74</sup>

Dapat disimpulkan bahwa *Pedagogy Knowledge* adalah seperangkat keterampilan yang harus dimiliki dan dikembangkan oleh seorang pendidik tentang metode, teknik, pengelolaan kelas, dan pendekatan pembelajaran dalam rangka mengelola dan menyelenggarakan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diharapkan. Pada komponen PK, guru harus mampu membimbing peserta didik untuk belajar mandiri, merencanakan pembelajaran, mengidentifikasi materi, dan mengajarkan kepada peserta didik untuk dapat memonitor pembelajarannya. Tujuan umum pengetahuan dalam mengajar dijelaskan oleh pengetahuan pedagogik. Pengetahuan pedagogik juga menggambarkan pengetahuan tentang berbagai metode pengajaran, seperti bagaimana mengatur kegiatan kelas yang kondusif.<sup>75</sup>

#### **4. *Pedagogical Content Knowledge (PCK)***

Pengetahuan konten dan pedagogik/*Pedagogical Content Knowledge (PCK)* adalah pengetahuan tentang bagaimana guru merepresentasikan dan merumuskan suatu pokok bahasan agar dapat dipahami peserta didik. Pengetahuan konten pedagogik berfokus pada pengetahuan konten yang terkait dengan proses pembelajaran. *Pedagogical Content Knowledge* mengacu pada pengetahuan pedagogik yang

---

<sup>74</sup> Turmuzi and Kurniawan, "Kemampuan Mengajar Mahasiswa Calon Guru Matematika Ditinjau Dari Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Pada Mata Kuliah Micro Teaching."

<sup>75</sup> Suyamto, Masykuri, and Sarwanto, "Analisis Kemampuan TPACK (Technolgical, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah."

digunakan untuk mengajarkan materi tertentu. Pengetahuan ini termasuk mengetahui pendekatan apa yang tepat untuk proses pengajaran dan bagaimana menyusun unsur-unsur materi untuk pembelajaran yang efektif.<sup>76</sup> Menurut Shulman, pengetahuan ini menjelaskan bahwa konten yang berbeda akan menghasilkan metode pengajaran yang berbeda.<sup>77</sup>

Dapat disimpulkan bahwa *Pedagogical Content Knowledge* merupakan pengetahuan tentang bagaimana cara guru untuk menyampaikan materi pelajaran agar lebih mudah dipahami oleh peserta didik. *Pedagogical Content Knowledge* merupakan hasil gabungan dari dua jenis kompetensi guru yaitu kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional, yang meliputi materi, metode, atau model, dan evaluasi. Komponen PCK menunjukkan kemampuan guru dalam membuat silabus, perangkat pembelajaran, menyelenggarakan pembelajaran interaktif, dan melakukan evaluasi pembelajaran.<sup>78</sup>

##### 5. *Technological Content Knowledge (TCK)*

Pengetahuan konten dan teknologi/*Technological Content Knowledge (TCK)* adalah pengetahuan guru tentang bagaimana menggunakan teknologi untuk menyampaikan isi materi pembelajaran kepada peserta didik. Derasnya kemajuan teknologi di era globalisasi saat ini tidak dapat dihindari dan harus digunakan untuk mengubah pemahaman peserta didik tentang konsep materi tertentu. Salah satu wujud perkembangan teknologi dalam pendidikan adalah terciptanya media pembelajaran berbasis TIK untuk membantu peserta didik dalam memahami materi pembelajaran. Guru dapat menerapkan *Technological Content Knowledge* pada materi yang akan diajarkan kepada peserta didik dengan cara yang

---

<sup>76</sup> Romiasih, Herpratiwi, and Widodo, "Profil Kemampuan Guru SMA Negeri 6 Bandar Lampung Dalam Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Teknologi Sebagai Media Pembelajaran."

<sup>77</sup> Shulman, "Those Who Understand : Knowledge Growth in Teaching."

<sup>78</sup> Akhwani and Dewi Widiani Rahayu, "Analisis Komponen TPACK Guru SD Sebagai Kerangka Kompetensi Guru Profesional Di Abad 21," *JURNAL BASICEDU* 5, no. 4 (2021): 1918–25, <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1119>.

baru.<sup>79</sup> Teknologi akan berdampak pada apa yang diketahui dan pengenalan terhadap hal baru sehingga akan mempengaruhi bagaimana seseorang dapat memberikan gambaran pada konten atau materi dengan cara yang berbeda dari sebelumnya.<sup>80</sup>

## 6. *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*

Pengetahuan pedagogik dan teknologi/*Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) adalah rangkaian pemahaman guru tentang bagaimana perubahan pembelajaran terjadi melalui pemanfaatan teknologi yang digunakan untuk mendukung pembelajaran aktif dan dapat membantu serta mempermudah konsep materi pelajaran. *Technological Pedagogical Knowledge* merupakan pengetahuan tentang bagaimana berbagai teknologi dapat memfasilitasi dalam pengajaran dan bagaimana penggunaannya dapat mengubah cara guru mengajar.<sup>81</sup>

Dapat disimpulkan bahwa *Technological Pedagogical Knowledge* memuat hubungan antara teknologi dan proses pembelajaran. Tujuan *Technological Pedagogical Knowledge* adalah untuk memahami teknologi yang tepat dan memungkinkan guru untuk memilih media yang paling tepat berdasarkan kelayakannya untuk mencapai tujuan pedagogik. Misalnya pada saat pembelajaran *online*, dimana membutuhkan pengembangan pedagogik baru yang tepat dan sesuai. *Technological Pedagogical Knowledge* juga membutuhkan pemahaman tentang kelebihan dan kekurangan teknologi yang diterapkan dalam konteks materi pelajaran yang terjadi dalam proses pembelajaran. Sehingga pengetahuan ini membantu guru memahami manfaat dan

---

<sup>79</sup> Denise A Schmidt et al., "Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers," *Journal of Research on Technology in Education* 42, no. 2 (2009): 123–49.

<sup>80</sup> Romiasih, Herpratiwi, and Widodo, "Profil Kemampuan Guru SMA Negeri 6 Bandar Lampung Dalam Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Teknologi Sebagai Media Pembelajaran."

<sup>81</sup> Schmidt et al., "Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers."

kekurangan penggunaan teknologi dalam pembelajaran sebagai bahan evaluasi.

### **7. *Technological Pedagogical And Content Knowledge (TPACK)***

*Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) adalah pengetahuan yang menggabungkan setiap bidang pengetahuan yaitu pengetahuan konten, pengetahuan pedagogik, pengetahuan teknologi, pengetahuan konten pedagogik, pengetahuan konten teknologi, dan pengetahuan pedagogik teknologi dengan berfokus pada penggunaan teknologi untuk mengajarkan konten dan mencapai tujuan pedagogik. TPACK merupakan pemahaman tentang bagaimana menggunakan pendekatan pedagogik dan teknologi untuk membantu peserta didik mempelajari konten atau materi. Pengetahuan ini dibutuhkan oleh guru untuk mengintegrasikan teknologi ke dalam kegiatan pembelajaran mereka.<sup>82</sup>

TPACK mendeskripsikan pengetahuan yang dapat diandalkan guru dalam merancang dan mengimplementasikan kurikulum dan pembelajaran, serta membimbing peserta didik untuk berpikir dan belajar dengan memanfaatkan teknologi. Teknologi dapat disesuaikan dengan kebutuhan pedagogik untuk mengajarkan konten yang sesuai dalam konteks tertentu. Penggunaan teknologi yang tepat dapat meningkatkan pengalaman belajar dengan menggunakan teknologi seperti multimedia, sumber daya online, simulasi interaktif, dan kolaborasi melalui platform digital. Hal ini dapat membantu peserta didik untuk lebih terlibat dalam pembelajarannya, mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam, dan mengembangkan keterampilan yang relevan dengan perkembangan dunia digital saat ini.<sup>83</sup>

---

<sup>82</sup> Turmuzi and Kurniawan, "Kemampuan Mengajar Mahasiswa Calon Guru Matematika Ditinjau Dari Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Pada Mata Kuliah Micro Teaching."

<sup>83</sup> Siti Khoiriyah et al., "Tren Penelitian TPACK Untuk Wawasan Kompetensi Guru Pendidikan Agama Islam Di Era Digital: Sebuah Sistematis Literatur Review," *Journal of Applied Linguistics and Islamic Education* 07, no. 02 (2023): 195–224.

Calon guru masa depan juga harus menguasai TPACK ini agar dapat mengajar di lingkungan belajar yang dilengkapi dengan berbagai instrumen teknologi. Pemahaman TPACK sangat penting bagi guru karena memungkinkan mereka menciptakan pembelajaran yang relevan dengan perkembangan zaman, interaktif, dan bermakna di era digital.<sup>84</sup> Sehingga guru dapat secara efektif menggunakan teknologi tepat guna dalam pedagogik yang tepat untuk konten tertentu.

## **B. Teknologi Dalam Pembelajaran IPA**

Secara umum, teknologi diartikan sebagai alat, mesin, metode, proses, aktivitas atau ide yang dirancang untuk memudahkan aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Keuntungan dari teknologi adalah membuat kehidupan manusia lebih mudah dan lebih baik. Karena teknologi berkembang pesat, pengajar di lingkungan sekolah harus dapat memanfaatkan teknologi sebagai media pembelajaran untuk memenuhi tuntutan perubahan sistem pendidikan.

Dalam dunia pendidikan, teknologi dapat digunakan sebagai media pembelajaran, alat administratif yang mempermudah lembaga pendidikan dalam memperoleh dan mengolah data administrasi sekolah, dan juga sebagai sumber belajar. Hal ini juga berimplikasi bahwa diperlukan pengetahuan yang lebih bagi guru untuk mengikuti perkembangan zaman, khususnya perkembangan teknologi, agar dapat diterapkan dalam proses pembelajaran di lingkungan sekolah. IPA bukanlah pelajaran hafalan tetapi lebih menuntut pemahaman konsep bahkan aplikasi konsep IPA dalam kehidupan sehari-hari. Dengan adanya teknologi kita lebih memahami fenomena atau peristiwa serta konsep-konsep IPA. Dan dengan kemajuan teknologi, kegiatan belajar dapat dilakukan dengan lebih efisien dan efektif.<sup>85, 86</sup>

---

<sup>84</sup> Ibid.

<sup>85</sup> Rahmalia Syifa Miasari et al., "Teknologi Pendidikan Sebagai Jembatan Reformasi Pembelajaran Di Indonesia Lebih Maju," *Jurnal Manajemen Pendidikan Al Hadi* 2, no. 1 (2022): 53–61, <https://doi.org/10.31602/jmpd.v2i1.6390>.

Berikut ini merupakan *software-software* yang dapat menunjang pembelajaran IPA, yaitu:

### 1. *Microsoft Office*

*Microsoft Office* adalah salah satu perangkat lunak (*software*) yang dikembangkan oleh *Microsoft Corporation* dan dimanfaatkan oleh lembaga pendidikan maupun bisnis. Aplikasi *Microsoft Office* sering digunakan untuk mengelola data agar tercipta proses pembelajaran yang lebih menarik dan sistematis. *Microsoft Office* terdiri dari beberapa aplikasi yang sangat populer dan bermanfaat yaitu<sup>87, 88</sup>:

- a. *Microsoft Word* adalah program perangkat lunak pengolah kata yang dapat digunakan untuk membuat, mengedit, dan memformat dokumen. *Word processing* atau dikenal juga dengan perangkat lunak pengolah kata adalah program yang digunakan untuk mengolah dokumen berbasis teks seperti surat, kertas kerja, brosur, kartu nama, buku, jurnal, artikel, proposal, dan lain sebagainya.
- b. *Microsoft Excel* adalah program yang berfungsi untuk mengolah angka dengan mengeksekusi perintah pada *spreadsheet* yang terdiri dari baris dan kolom. *Microsoft Excel* telah menjadi perangkat lunak pengolah data/angka terbaik di dunia, dan juga didistribusikan secara *multi-platform*. *Microsoft Excel* pada dasarnya menggunakan *spreadsheet* untuk pengelolaan data serta rumus *Excel* untuk menjalankan fungsi *Excel*.
- c. *Microsoft Power Point* adalah program aplikasi presentasi dari perangkat lunak *Microsoft Office* yang dapat digunakan untuk media presentasi berupa teks,

---

<sup>86</sup> Hadijah, "Pemanfaatan Gadget Pada Pembelajaran Biologi Di SMA Negeri 1 Tanjung Jabung Barat," *Jurnal Kajian Pendidikan Agama Islam* 2, no. 1 (2020): 94–103.

<sup>87</sup> Santosa Wijayanto, Jazuli Mukhtar, and Ghema Nusa Persada, "Peran Microsoft Office Dalam Dunia Pendidikan Pada Smp Muhammadiyah Parakan," *Jurnal Abdimas Patikala* 1, no. 4 (2022): 365–69, <https://etdci.org/journal/patikala/>.

<sup>88</sup> Ahmad Firdaus et al., "Sosialisasi Penggunaan Microsoft Office Kepada Pengurus Dan Anggota Yayasan Hasanah Manggala Tama," *Praxis: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2, no. 1 (2022): 61–65, <http://pijarpemikiran.com/>.

audio, dan visual dalam pembelajaran. *Power Point* merupakan perangkat lunak yang dirancang khusus untuk menampilkan program multimedia dalam format yang menarik, mudah dibuat dan digunakan.

## 2. Multimedia

Multimedia merupakan suatu penggunaan media yang pada penyampaian informasinya berupa teks, grafis atau animasi grafis, movie, video dan audio. Peran aktif dari peserta didik merupakan pengaruh dari penggunaan multimedia dalam pembelajaran yang dijadikan sebagai umpan untuk mempertinggi proses pembelajaran. Multimedia dapat digunakan untuk memvisualisasikan pembelajaran yang sulit karena menggunakan media interaktif dengan menggabungkan suara, animasi, dan teks sehingga memudahkan peserta didik untuk belajar.

Dikarenan IPA membahas tentang fenomena alam yang harus divisualisasikan kepada peserta didik, maka penggunaan multimedia dalam pembelajaran IPA menjadi solusi untuk melaksanakan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik. Peserta didik tidak hanya belajar dan tepaku pada satu sumber informasi seperti guru saja, tetapi dengan multimedia peserta didik dapat mengembangkan kemampuan kognitif dengan baik, kreatif, dan inovatif. Multimedia sebagai inovasi media pembelajaran dengan teknologi komputer dapat menjadikan materi yang disampaikan lebih menarik sehingga memungkinkan peserta didik lebih mudah memahami pelajaran.<sup>89, 90</sup>

Ada dua jenis multimedia yaitu multimedia linier dan multimedia interaktif. Multimedia interaktif adalah alat yang dilengkapi dengan perangkat kontrol yang dapat digunakan penggunanya untuk memilih apa yang mereka inginkan.

---

<sup>89</sup> Erna Retna Safitri, "Pembelajaran Berbasis Nilai Berbantuan Multimedia Dalam Meningkatkan Kompetensi Afektif Peserta Didik," *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran* 2, no. 1 (2023): 8–13, <https://doi.org/10.54259/diajar.v2i1.1233>.

<sup>90</sup> Ni Putu Novia Wirantini, I Gede Astawan, and I Gede Margunayasa, "Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif Pada Topik Siklus Air," *Jurnal Edutech Undiksha* 10, no. 1 (2022): 42–51, <https://doi.org/10.23887/jeu.v10i1.46558>.

Contoh multimedia interaktif seperti multimedia pembelajaran interaktif, aplikasi game, dan lain-lain. Terdapat beberapa format sajian pembelajaran berbasis multimedia interaktif yaitu<sup>91</sup>:

- a. Model tutorial adalah model pembelajaran interaktif yang dapat digunakan dalam proses belajar mengajar dengan menggunakan perangkat lunak berupa program komputer yang memuat materi pelajaran. Tutorial dalam program multimedia interaktif dirancang untuk menggantikan instruktur manusia.
- b. Model *Drills* adalah model pembelajaran interaktif berbasis komputer yang bertujuan untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih konkrit dengan memberikan latihan soal untuk menguji kinerja siswa dengan kecepatan menjawab soal-soal yang diberikan oleh program tersebut.
- c. Model simulasi didasarkan pada strategi pembelajaran yang bertujuan untuk memberikan pengalaman nyata melalui penciptaan bentuk-bentuk tiruan dari pengalaman yang dekat dengan suasana nyata dan berlangsung dalam lingkungan yang beresiko.
- d. Model *Instructional Games* adalah model pembelajaran multimedia interaktif berbasis komputer. Tujuan Model *Instructional Games* adalah menciptakan suasana atau lingkungan yang menyediakan fasilitas belajar yang meningkatkan kemampuan siswa. Model *Instructional Game* ini tidak harus realistis, tetapi harus memiliki karakteristik tertentu bagi siswa.

### 3. Laboratorium Virtual

Laboratorium virtual adalah laboratorium yang terletak pada perangkat computer atau laptop dan digunakan oleh peserta didik untuk melakukan percobaan dengan aplikasi tanpa menggunakan peralatan laboratorium yang sebenarnya.

---

<sup>91</sup> Inung Diah Kurniawati and Sekreningsih Nita, "Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa," *Journal of Computer and Information Technology* 1, no. 2 (2018): 68–75, <https://doi.org/10.25273/doubleclick.v1i2.1540>.



Laboratorium virtual adalah jenis media berbasis komputer yang mensimulasikan kegiatan praktikum dan percobaan di laboratorium dengan nyata.<sup>92</sup> Menurut Ferreira, dalam penelitian Ipin Aripinn, pengguna LV memiliki beberapa keuntungan, antara lain mengurangi waktu yang terbatas untuk kegiatan praktikum, mengurangi hambatan Geografis, tidak perlu mengeluarkan biaya untuk pembelian alat dan bahan praktikum, meningkatkan kualitas percobaan karena dapat diulang, peningkatan kualitas pembelajaran, dan menurunkan risiko kecelakaan kerja di laboratorium.<sup>93</sup>

#### 4. *E-Learning*

*E-Learning* mengacu pada aplikasi pembelajaran *online* dan mandiri yang didukung oleh perangkat atau sistem komputer dan internet yang memungkinkan seseorang untuk belajar di mana saja dan kapan saja. *E-learning* adalah sistem pembelajaran yang menggunakan teknologi untuk memfasilitasi pembelajaran dan memungkinkan peserta didik untuk mengakses materi pelajaran dengan mudah tanpa batas waktu. Kelebihan dari *E-learning* adalah memiliki fasilitas yang cukup baik untuk digunakan guru dan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran tanpa dibatasi jarak, guru dan peserta didik memiliki materi pembelajaran yang terjadwal, materi pelajaran sebelumnya yang telah tersimpan di perangkat komputer dapat diakses kembali oleh guru dan peserta didik, dan dapat mendorong keaktifan guru maupun peserta didik. Media pembelajaran biologi juga dapat memanfaatkan platform *E-learning* yang banyak tersedia seperti Zenius, Rumah Belajar, Quipper, Sekolahmu, *Kipin School*, Edmodo, Blog, dan lain sebagainya.<sup>94, 95, 96</sup>

---

<sup>92</sup> Sindi Sugiharti and Muhamad Kurnia Sugandi, "Laboratorium Virtual : Media Praktikum Online Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Di Masa Pandemi," *Seminar Nasional Pendidikan*, 2020, 45–51.

<sup>93</sup> Ipin Aripin and Yeni Suryaningsih, "Peranan Virtual Laboratory Dalam Pembelajaran Biologi," *Seminar Nasional Pendidikan, FKIP UNMA*, 2020, 758–63, <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/doubleclick>.

<sup>94</sup> Tomi Apra Santosa et al., "Analisis E-Learning Dalam Pembelajaran Evolusi Mahasiswa Pendidikan Biologi Selama Pandemi Covid-19," *Edumaspul:*

## 5. YouTube

Situs *Youtube* merupakan situs berbagi video yang populer saat ini. Materi biologi dalam bentuk video dapat dilihat di *YouTube*. Guru dapat mengunggah materi biologi dalam format yang lebih menarik ke *YouTube*, dan siswa dapat menonton dan mengunduh materi ini kapan saja.<sup>97</sup>

### C. Keterampilan 4C (*Critical Thinking, Communication Skill, Collaboration, dan Creativity*)

Pendidikan pada abad 21 memerlukan integrasi pengetahuan, keterampilan dan sikap, serta penguasaan teknologi informasi dan komunikasi. Keterampilan ini dikembangkan dengan menggunakan berbagai model pembelajaran yang lebih menekankan pada aktivitas peserta didik berdasarkan karakteristik kompetensi dan materi pembelajaran. Pandangan lain tentang keterampilan abad 21 diungkapkan oleh *National Education Association (NEA)* pada tahun 2002, yang menyatakan bahwa ada 18 jenis keterampilan abad 21 yang harus diberikan kepada peserta didik. Empat di antaranya membahas aspek *Learning and Innovation Skills-4Cs*, yang meliputi berpikir kritis (*critical thinking*), komunikasi (*communication*), kolaborasi (*collaboration*), dan kreativitas (*creativity*). Keterampilan ini merupakan aspek keterampilan yang paling penting dan harus dikuasai oleh peserta didik mulai dari jenjang pendidikan dasar hingga menengah bahkan perguruan tinggi. Maka dari itu, setiap peserta didik harus menguasai dan memiliki keterampilan 4C

---

*Jurnal Pendidikan* 5, no. 1 (2021): 66–70, <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v5i1.1027>.

<sup>95</sup> Rahmat Suryanto, Riswandi, and Helmy Fitriawan, “Pengembangan Sumber Belajar E-Learning Berbasis Blog Pada Pembelajaran Biologi SMA,” *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan* 4, no. 6 (2022): 7503–15, <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i6.3921>.

<sup>96</sup> H.B.A Jayawardana and Rina Sugiarti Dwi Gita, “Inovasi Pembelajaran Biologi Di Era Revolusi Industri 4 . 0,” *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi Covid-19*, 2020, 58–66, <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>.

<sup>97</sup> Ibid.

guna mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi tantangan global.<sup>98,99</sup>

### 1. *Critical Thinking Skill (Keterampilan Berpikir Kritis)*

Kemampuan untuk mengevaluasi atau menyembunyikan bukti, asumsi, dan logika yang mendasari gagasan orang lain disebut sebagai kemampuan berpikir kritis. Keterampilan berpikir kritis penting dalam proses pembelajaran memungkinkan peserta didik belajar melalui penemuan. Untuk mencapai hasil yang diinginkan dalam proses pembelajaran, diperlukan pola berpikir aktif dan kritis.

Berpikir kritis adalah kemampuan yang bertujuan untuk menyelidiki masalah secara menyeluruh, menjaga pikiran terbuka dari berbagai pendekatan dan perspektif, tidak hanya mempercayai informasi, memperoleh berbagai sumber lisan atau tertulis, dan berpikir secara reflektif daripada hanya menerima ide-ide dari luar tanpa memahami atau mengevaluasinya secara menyeluruh. Berpikir kritis juga merupakan proses sistematis yang memerlukan kegiatan analisis, kegiatan mensintesis, dan kegiatan mengevaluasi suatu konsep dan informasi dalam pembentukan sistem konseptual.<sup>100, 101, 102</sup>

Berdasarkan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa seseorang yang berpikir kritis ketika mereka berpikir secara mendalam, memperoleh pengetahuan dengan hati-hati,

---

<sup>98</sup> Sriyanto, "Meningkatkan Keterampilan 4C Dengan Literasi Digital Di SMP Negeri 1 Sidoharjo."

<sup>99</sup> Heny Sulistyanyingrum, Anggun Winata, and Sri Cacik, "Analisis Kemampuan Awal 21st Century Skills Mahasiswa Calon Guru SD," *JJPDN: Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara* 5, no. 1 (2019): 142–58, <https://doi.org/https://doi.org/10.29407/jpdn.v5i1.13068>.

<sup>100</sup> Agus Ramdani et al., "Kemampuan Berpikir Kritis Dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik," *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 6, no. 1 (2020): 119, <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.388>.

<sup>101</sup> Tria Masitah et al., "Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VII Materi Pencemaran Lingkungan," *Jurnal Natural Science Education Research* 4, no. 3 (2022): 209–13, <https://doi.org/10.21107/nser.v4i3.8392>.

<sup>102</sup> Maya Nurfitriyanti, Novrita Mulya Rosa, and Fatwa Patimah Nursa'adah, "Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis, Adversity Quotient Dan Locus of Control Terhadap Prestasi Belajar Matematika," *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)* 5, no. 2 (2020): 263, <https://doi.org/10.30998/jkpm.v5i2.5929>.

mempertimbangkan setiap pendapat, dan solusi yang mereka berikan dapat dipercaya. Ketika seseorang memperoleh informasi baru dan informasi tersebut disimpan dalam ingatannya sehingga antara satu informasi dengan informasi lainnya saling berhubungan, maka kemampuan berpikir kritis individu akan tumbuh dan berkembang seiring dengan tantangan zaman. Oleh sebab itu, pentingnya peserta didik untuk berpikir kritis tentang suatu masalah agar informasi yang mereka dapatkan benar-benar valid. Kemampuan berpikir kritis peserta didik harus selalu diasah secara terus menerus dan berkesinambungan setiap saat, agar kemampuan berpikir kritisnya selalu berkembang dan meningkat pada tingkat yang lebih tinggi.<sup>103</sup>

Menurut Suwarma di dalam penelitian Sudirman Rizki Ariyanto, ada empat alasan mengapa keterampilan berpikir kritis harus dikembangkan, antara lain: (a) peserta didik menjadi terbiasa mencari informasi secara mandiri sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan zaman; (b) peserta didik menjadi terbiasa melihat sesuatu masalah dari berbagai sudut pandang; (c) memberikan bekal bagi peserta didik dalam menghadapi suatu masalah; dan (d) peserta didik dapat bersaing dan bekerja sama dalam memecahkan masalah melalui keterampilan berpikir kritis.<sup>104</sup>

Adapun indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan indikator berpikir kritis menurut Robert H. Ennis yaitu<sup>105, 106</sup>:

---

<sup>103</sup> Muzayyanatun Munawwarah, Nurul Laili, and Mohammad Tohir, "Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika Berdasarkan Keterampilan Abad 21," *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika* 2, no. 1 (2020): 37–58, <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2020.v2i1.37-58>.

<sup>104</sup> Sudirman Rizki Ariyanto et al., "Problem Based Learning Dan Argumentation Sebagai Solusi Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMK," *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran* 6, no. 2 (2020): 197–205, <https://doi.org/10.33394/jk.v6i2.2522>.

<sup>105</sup> Mellen Kennedy, Michelle B. Fisher, and Robert H. Ennis, *Critical Thinking: Literature Review and Needed Research*, 1991.

<sup>106</sup> Masitah et al., "Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VII Materi Pencemaran Lingkungan."

- a. Memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarification*): memfokuskan pertanyaan, menganalisis pertanyaan, dan menanggapi pertanyaan.
- b. Membangun keterampilan dasar (*basic support*): menarik kesimpulan berdasarkan sumber dan pengamatan.
- c. Penarikan kesimpulan (*inference*): menarik kesimpulan berdasarkan hasil deduksi, induksi, dan menentukan pertimbangan.
- d. Memberi penjelasan lebih lanjut (*advance clarification*): mengidentifikasi istilah dan definisi.
- e. Mengatur strategi dan taktik (*strategies and tactics*): mempertimbangkan alasan dan asumsi yang masih diragukan, mengambil keputusan, dan kemudian merencanakan tindakan.

## 2. **Communication Skill (Keterampilan Berkomunikasi)**

Keterampilan komunikasi adalah salah satu jenis keterampilan proses sains yang harus dimiliki, dikembangkan, dan harus dilatih oleh setiap peserta didik. Komunikasi adalah kemampuan yang melibatkan menyampaikan informasi kepada orang lain berupa hasil pengamatan atau pengetahuan seseorang, baik secara lisan maupun tulisan dalam bentuk laporan, grafik, gambar, diagram, atau tabel dan menarik kesimpulan berdasarkan temuan tersebut. Keterampilan komunikasi didefinisikan dalam Permendikbud No. 59 Tahun 2014 sebagai kemampuan menyampaikan ide, gagasan, dan kemampuan mengubah data menjadi bentuk data lainnya. Dapat disimpulkan bahwa Keterampilan komunikasi mengacu pada kemampuan seseorang untuk secara efektif menyampaikan sesuatu yang menjadi pemikiran, ide, gagasan, atau pesan kepada orang lain untuk menyampaikan tujuan yang ingin disampaikan.

Peserta didik harus menguasai keterampilan proses sains dalam pembelajaran biologi karena dengan memiliki keterampilan komunikasi sains yang baik memungkinkan seseorang dapat mengungkapkan ide, pendapat, dan informasi yang diperoleh melalui kegiatan ilmiah secara tepat, dan informasi dapat diterima dengan baik oleh pendengar atau

pembaca. Keterampilan komunikasi tidak ada dengan sendirinya. Peserta didik harus melalui proses panjang di mana sekolah memainkan peran penting dalam mengembangkan keterampilan komunikasi peserta didik. Keterampilan komunikasi adalah proses yang membutuhkan pengalaman, waktu, peluang, dan pelatihan khusus dari seorang mentor. Belajar dan berlatih dapat membantu meningkatkan keterampilan komunikasi.

Adapun, apabila salah satu keterampilan yaitu keterampilan komunikasi dapat ditingkatkan maka prestasi belajar siswa akan meningkat. Menerapkan strategi pembelajaran yang tepat untuk menumbuhkan kemampuan komunikasi siswa dalam pembelajaran biologi merupakan tantangan tersendiri bagi seorang guru. Proses pembelajaran yang baik dapat meningkatkan keterampilan komunikasi. Peserta didik harus terlebih dahulu meningkatkan kemampuan komunikasinya agar dapat meningkatkan prestasi belajarnya.<sup>107, 108, 109</sup>

Keterampilan komunikasi dalam proses pembelajaran, menurut Kemendikbud dalam penelitian Budi Sriyanto, meliputi<sup>110</sup>:

- a. Memahami, mengelola, dan menciptakan komunikasi yang efektif dalam berbagai bentuk dan isi secara lisan, tulisan, maupun multimedia.

---

<sup>107</sup> Maria Dewi Ratna Simanjuntak, "Membangun Keterampilan 4 C Siswa Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0," *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan* 3 (2019): 921–29, <http://semnasfis.unimed.ac.id>.

<sup>108</sup> Phita Yola Lafiani, Bony Irawan, and Elfa Oprasmani, "Kemampuan Komunikasi Sains Siswa Dalam Mendiskusikan Hasil Kegiatan Suatu Masalah Atau Peristiwa Pada Pembelajaran Biologi Di SMA Negeri 3 Tanjungpinang," *SOJ: Student Online Journal* 3, no. 1 (2022): 547–52.

<sup>109</sup> Rianti Adisti Puspa Dewi, Budhi Akbar, and Meitiani, "Analisis Kemampuan Komunikasi Sains Siswa Pada Pembelajaran Biologi Kelas X," *Al-Nafis: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi* 2, no. 1 (2022): 1–7, <http://journal.iain-ternate.ac.id/index.php/Al-Nafis/index>.

<sup>110</sup> Sriyanto, "Meningkatkan Keterampilan 4C Dengan Literasi Digital Di SMP Negeri 1 Sidoharjo."

- b. Menggunakan kemampuan mengungkapkan ide-idenya, baik saat berdiskusi maupun secara tertulis, di dalam maupun di luar kelas.
- c. Menggunakan bahasa lisan yang sesuai untuk isi dan konteks percakapan dengan orang lain atau orang yang sedang diajak berkomunikasi. Selain itu, komunikasi lisan membutuhkan kemampuan untuk mendengarkan dan menghargai pendapat orang lain, serta pengetahuan tentang topik dan konteks pembicaraan.
- d. Menggunakan alur pemikiran logis yang terstruktur sesuai kaidah yang berlaku.

Adapun indikator keterampilan komunikasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan indikator keterampilan komunikasi menurut Roslina, dalam penelitian Heny Sulistyaningrum et al, yaitu<sup>111, 112</sup>:

- a. Rasa senang berbicara dan bekerjasama antar peserta didik.
- b. Berkomunikasi dengan bahasa yang santun.
- c. Berperilaku sopan.
- d. Saling menghargai antar peserta didik.
- e. Mendengarkan penjelasan dari peserta didik lain dengan baik.
- f. Terjalin hubungan yang harmonis antar peserta didik.

### 3. *Collaboration Skill* (Keterampilan Kolaborasi)

Keterampilan kolaborasi sebagai kemampuan untuk bekerja sama, berpartisipasi aktif, dan menghargai pendapat satu sama lain. Pembelajaran kolaboratif juga menuntut peserta didik untuk produktif, menjalin hubungan antar rekan kerja, menghargai pendapat orang lain, mengkomunikasikan ide dan gagasan, bertanggung jawab, dan bekerja sama untuk

---

<sup>111</sup> Elsey Roslina, "Pengembangan Keterampilan Kominikatif Antar Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Teknik Two Stay Two Stray (Tsts) Dalam Pembelajaran Ips Meteri Perpajakan," *Jurnal PETIK* 4, no. 1 (2018): 8–22.

<sup>112</sup> Sulistyaningrum, Winata, and Cacik, "Analisis Kemampuan Awal 21st Century Skills Mahasiswa Calon Guru SD."

mencapai tujuan. Kolaborasi merupakan interaksi antara satu peserta didik dengan peserta didik lainnya dalam rangka mencapai tujuan bersama. Keterampilan ini dapat diperoleh melalui berbagai cara, namun cara yang paling efektif adalah melalui komunikasi sosial yang melibatkan komunikasi dan kolaborasi secara langsung baik secara tatap muka maupun melalui virtual.<sup>113, 114</sup>

Dapat disimpulkan bahwa keterampilan kolaborasi merupakan keterampilan yang dimiliki peserta didik dalam bekerja sama dengan rekan atau teman dalam satu kelompok untuk memecahkan masalah dan menyelesaikan tugas. Kolaborasi adalah keterampilan yang mencakup kemampuan untuk mendengarkan, menanggapi seseorang dengan hormat, mengungkapkan gagasan dengan jelas melalui komunikasi yang baik, dan menggunakan kemampuan tersebut untuk mewujudkan kesepakatan bersama. Manfaat pembelajaran dengan keterampilan kolaborasi antara lain dapat melatih pembagian kerja yang efektif, meningkatkan karakter, tanggung jawab, menggabungkan pengetahuan dari berbagai sumber, perspektif, pengalaman, dan kekompakan peserta didik.

Salah satu cara agar keterampilan kolaborasi pada peserta didik meningkat yaitu memaksimalkan pembelajaran di dalam dan di luar kelas dengan memberikan tugas yang diselesaikan secara berkelompok.<sup>115</sup> Hal ini memungkinkan mereka untuk berbagi pandangan dan menyelesaikan tugas dengan lebih

---

<sup>113</sup> Qurrota A'yun, "Analisis Tingkat Literasi Digital Dan Keterampilan Kolaborasi Siswa Dalam Pembelajaran IPA Kelas VII Secara Daring," *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar* 5, no. 1 (2021): 271–90, <https://doi.org/10.26811/didaktika.v5i1.286>.

<sup>114</sup> Destha Ramadanty Prasutri et al., "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Literasi Digital Dan Keterampilan Kolaboratif Siswa SMA Pada Pembelajaran Biologi," *Prosiding Seminar Nasional Dan Workshop Biologi-IPA Dan Pembelajarannya Ke-4*, 2019, 489–96.

<sup>115</sup> Naufalia Qisthi, Suharsono, and Dea Diella, "Efektivitas Pembelajaran Daring Berbasis Google Docs Terhadap Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Perubahan Lingkungan," *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika* 10, no. 2 (2022): 186–98.



efektif. Keterampilan kolaborasi dalam proses pembelajaran, menurut Kemendikbud dalam penelitian Budi Sriyanto, meliputi<sup>116</sup>:

- a. Memiliki kemampuan untuk bekerja sama.
- b. Beradaptasi dalam peran, bertanggung jawab, dan bekerja secara produktif.
- c. Memiliki empati dan menghargai perspektif yang berbeda.
- d. Mampu berkompromi dengan anggota kelompok lainnya guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

Adapun indikator keterampilan kolaborasi yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan indikator keterampilan kolaborasi menurut Ananyarta dan Sari, di dalam penelitian Heny Sulistyaningrum et al, yang meliputi<sup>117, 118</sup>:

- a. Bekerja secara produktif.
- b. Sikap menghargai setiap anggota.
- c. Dapat berkompromi sesama anggota secara fleksibel.
- d. Bertanggung jawab bersama.

#### **4. *Creative Thinking Skill* (Keterampilan Berpikir Kreatif)**

Keterampilan untuk mengkonstruksi ide atau solusi dari masalah dan menciptakan hal-hal yang tidak terduga disebut sebagai keterampilan berpikir kreatif. Berpikir kreatif adalah tahap berpikir dimana jawaban yang baik dan benar dimodifikasi untuk membantu peserta didik melihat suatu masalah dari berbagai sudut pandang dan menghasilkan banyak ide. Peserta didik harus memiliki keterampilan berpikir kreatif untuk menemukan dan menciptakan sesuatu yang baru, cara baru, dan model baru yang akan membantu mereka belajar. Tidak hanya itu saja, keterampilan berpikir

---

<sup>116</sup> Sriyanto, "Meningkatkan Keterampilan 4C Dengan Literasi Digital Di SMP Negeri 1 Sidoharjo."

<sup>117</sup> Primadya Ananyarta and Ririn Listya Ika Sari, "Keterampilan Kolaboratif Dan Metakognitif Melalui Multimedia Berbasis Means Ends Analysis Collaborative And Metacognitive Skills Through Multimedia Means Ends Analysis Based," *Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi* 2, no. 2 (2017): 33–43.

<sup>118</sup> Sulistyaningrum, Winata, and Cacik, "Analisis Kemampuan Awal 21st Century Skills Mahasiswa Calon Guru SD."

kreatif merupakan salah satu kompetensi pembelajaran yang dibutuhkan pada abad ke-21.

Memberikan keterampilan berpikir kreatif dalam pendidikan sains dapat membantu peserta didik mengembangkan pribadi, sosial, teknologi, dan ekonomi. Salah satu cara untuk melatih keterampilan ini dengan mendorong peserta didik untuk berpikir di luar kebiasaannya dan mencari cara berpikir yang baru.<sup>119, 120</sup> Dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kreatif dapat diwujudkan sebagai keterampilan menemukan dan merancang suatu hal yang baru dan berbeda untuk menciptakan solusi yang inovatif

Keterampilan berpikir kreatif dalam proses pembelajaran, menurut Kemendikbud dalam penelitian Budi Sriyanto, meliputi<sup>121</sup>:

- a. Mampu mengembangkan, menerapkan, dan mengkomunikasikan ide-ide baru secara lisan dan tulisan.
- b. Terbuka dan responsif terhadap perspektif baru dan berbeda.
- c. Mampu mengungkapkan ide kreatif secara konseptual dan praktis.
- d. Menerapkan konsep dan pengetahuan dalam situasi yang baru dan berbeda, baik dalam mata pelajaran terkait, antar mata pelajaran, maupun dalam masalah kontekstual.
- e. Menggunakan kegagalan sebagai sarana untuk belajar.
- f. Mampu menghasilkan kebaruan berdasarkan pengetahuan sebelumnya.
- g. Dapat menyesuaikan diri dengan situasi baru dan berkontribusi positif terhadap lingkungan.

---

<sup>119</sup> Luluk Rachmatul Yasiro, Fitria Eka Wulandari, and Fahmi, "Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Pada Materi Pemanasan Global Berdasarkan Prestasi Siswa," *Journal of Banua Science Education* 1, no. 2 (2021): 69–72, <http://jbse.ulm.ac.id/index.php/JBSE>.

<sup>120</sup> Jumrodah et al., "Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa Calon Guru Biologi Pada Konsep Biota Laut Menuju Pembangunan Berkelanjutan Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek," *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika* 9, no. 1 (2021): 98–106.

<sup>121</sup> Sriyanto, "Meningkatkan Keterampilan 4C Dengan Literasi Digital Di SMP Negeri 1 Sidoharjo."

Adapun indikator keterampilan berpikir kreatif yang digunakan dalam penelitian ini adalah indikator berpikir kreatif menurut Paul Torrance yaitu<sup>122, 123</sup>:

- a. Kemampuan berpikir lancar (*fluency*), yaitu kemampuan memproduksi banyak gagasan.
- b. Kemampuan berpikir luwes (*flexibility*), yaitu kemampuan untuk mengajukan berbagai pendekatan masalah.
- c. Kemampuan berpikir orisinal (*originality*), yaitu kemampuan untuk melahirkan gagasan asli sebagai pemikir sendiri.
- d. Kemampuan berpikir terperinci (*elaboration*), yaitu kemampuan untuk menguraikan sesuatu secara terperinci.

#### D. Kajian Materi Keanekaragaman Hayati

Materi yang digunakan pada penelitian ini yaitu Keanekaragaman Hayati. Materi ini diajarkan di Fase E kelas X SMA semester ganjil pada Kurikulum Merdeka. Adapun kajian kurikulum dan kajian materi sebagai berikut:

**Tabel 2. 1 Kajian Materi Keanekaragaman Hayati**

Capaian Pembelajaran (CP)	Tujuan Pembelajaran (TP)	ATP	Materi
Peserta didik memiliki kemampuan menciptakan solusi atas permasalahan-permasalahan	1. Peserta didik dapat mengidentifikasi perbedaan keanekaragaman tingkat gen, jenis, dan ekosistem, serta tipe ekosistem.	1. Mengidentifikasi perbedaan keanekaragaman tingkat gen, jenis, dan ekosistem, serta tipe ekosistem.	1. Tingkat Keanekaragaman Hayati 2. Tipe Ekosistem

<sup>122</sup> Michael E Shaughnessy, "An Interview with E. Paul Torrance: About Creativity," *Educational Psychology Review* 10, no. 4 (1998): 441–52, <https://www.jstor.org/stable/23359472>.

<sup>123</sup> Kodri, Budiwati, and Waspada, "Technological Pedagogical Content Knowledge Untuk Meningkatkan Critical and Creative Thinking Skills Siswa."

Capaian Pembelajaran (CP)	Tujuan Pembelajaran (TP)	ATP	Materi
berdasarkan isu lokal, nasional atau global terkait pemahaman keanekaragaman makhluk hidup dan peranannya, virus dan peranannya, inovasi teknologi biologi, komponen ekosistem dan interaksi antarkomponen serta perubahan lingkungan.	2. Peserta didik dapat mengaitkan keanekaragaman hayati di Indonesia dengan fungsi dan manfaatnya.	2. Mengaitkan keanekaragaman hayati di Indonesia dengan fungsi dan manfaatnya.	3. Keanekaragaman Hayati Indonesia
	3. Peserta didik dapat menganalisis penyebab-penyebab menghilangnya keanekaragaman hayati.	3. Menganalisis penyebab-penyebab menghilangnya keanekaragaman hayati.	4. Menghilangnya Keanekaragaman Hayati
	4. Peserta didik dapat mengidentifikasi ancaman kelestarian berbagai hewan dan tumbuhan khas Indonesia yang disusun dalam bentuk laporan kegiatan.	4. Mengidentifikasi ancaman kelestarian berbagai hewan dan tumbuhan khas Indonesia yang disusun dalam bentuk laporan kegiatan.	5. Usaha Pelestarian Keanekaragaman Hayati
	5. Peserta didik dapat mengklasifikasikan makhluk hidup berdasarkan ciri-cirinya.	5. Mengklasifikasikan makhluk hidup berdasarkan ciri-cirinya.	6. Klasifikasi Makhluk Hidup

Sumber : Alur Tujuan Pembelajaran Biologi SMA/MA Fase E Kelas X

**Tabel 2. 2 Uraian Materi Keanekaragaman Hayati<sup>124</sup>**

Materi	Penjelasan
1. Tingkat Keanekaragaman Hayati	Keanekaragaman hayati atau biodiversitas ( <i>biodiversity</i> ) adalah variasi organisme hidup pada tiga tingkatan, yaitu tingkat gen, spesies, dan ekosistem. Keanekaragaman hayati menurut UU No. 5 Tahun 1994 adalah keanekaragaman di antara makhluk hidup dari semua sumber, termasuk di antaranya daratan, lautan, dan ekosistem akuatik lain, serta kompleks-kompleks ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragamannya, mencakup keanekaragaman dalam spesies, antarspesies dengan ekosistem.

<sup>124</sup> Irnaningtyas and Sylva Sagita, *IPA Biologi Untuk SMA/MA Kelas X*, ed. Putri Larasati (Jakarta: Erlangga, 2021).

Materi	Penjelasan
	<p>Menurut Soerjani (1996), keanekaragaman hayati menyangkut keunikan suatu spesies dan genetik, di mana makhluk hidup tersebut berada. Keanekaragaman hayati disebut unik karena spesies hidup di suatu habitat yang khusus atau makanan yang dimakannya sangat khas. Contohnya, komodo (<i>Varanus komodoensis</i>) yang hanya ada di pulau Komodo, Rinca, Flores, Gili Motang, Gili Dasami, dan Padar; panda (<i>Ailuropoda melanoleuca</i>) yang hidup di Tiongkok hanya memakan daun bambu; dan koala (<i>Phascolarctos cinereus</i>) yang hidup di Australia hanya memakan daun <i>Eucalyptus</i> (kayu putih).</p> <p>Berdasarkan pengertiannya, keanekaragaman hayati dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu keanekaragaman gen (genetik), keanekaragaman spesies (jenis), dan keanekaragaman ekosistem.</p> <p>a. Keanekaragaman Gen</p> <p>Keanekaragaman gen adalah variasi atau perbedaan gen yang terjadi dalam suatu jenis atau spesies makhluk hidup. Contohnya, buah durian (<i>Durio zibethinus</i>) ada yang berkulit tebal, berkulit tipis, berdaging buah tebal, berdaging buah tipis, berbiji besar, atau berbiji kecil. Demikian pula buah pisang (<i>Musa paradisiaca</i>), yang memiliki ukuran, bentuk, warna, tekstur, dan rasa daging buah yang berbeda-beda. Pisang memiliki berbagai varietas, antara lain pisang raja sereh, pisang raja uli, pisang raja molo, dan pisang raja jambe. Varietas mangga (<i>Mangifera indica</i>), misalnya mangga manalagi, cengkir, golek, gedong, apel, kidang, dan bapang. Sementara itu, keanekaragaman genetik pada spesies hewan, misalnya warna rambut pada kucing (<i>Felis silvestris catus</i>), ada yang berwarna hitam, putih, abu-abu, dan cokelat.</p> <div data-bbox="460 1090 914 1333" data-label="Image"> </div> <p><b>Gambar 2. 2 Keanekaragaman gen pada hewan kucing</b>  (<a href="https://goingtotehran.com">https://goingtotehran.com</a>, diakses 10 Januari 2023)</p> <p>b. Keanekaragaman Jenis (Spesies)</p> <p>Keanekaragaman jenis (spesies) adalah perbedaan yang dapat ditemukan pada komunitas atau kelompok berbagai spesies yang hidup di suatu tempat. Contohnya, di suatu halaman, terdapat pohon mangga,</p>

Materi	Penjelasan
	<p>kelapa, jeruk, rambutan, bunga mawar, melati, cempaka, jahe, kunyit, burung, kumbang, lebah, semut, kupu-kupu, dan cacing. Keanekaragaman jenis yang lebih tinggi umumnya ditemukan di tempat yang jauh dari kehidupan manusia, misalnya di hutan. Ada beberapa jenis organisme yang memiliki ciri-ciri fisik yang hampir sama. Misalnya, tumbuhan kelompok palem (Palmae) seperti kelapa, pinang, aren, dan sawit yang memiliki daun seperti pita. Namun, tumbuhan-tumbuhan tersebut merupakan spesies yang berbeda. Kelapa memiliki nama spesies <i>Cocos nucifera</i>, pinang bernama <i>Areca catechu</i>, aren bernama <i>Arenga pinnata</i>, dan sawit bernama <i>Elaeis guineensis</i>. Hewan dari kelompok Genus <i>Panthera</i> terdiri atas beberapa spesies, antara lain harimau (<i>Panthera tigris</i>), singa (<i>Panthera leo</i>), macan tutul (<i>Panthera pardus</i>), dan jaguar (<i>Panthera onca</i>).</p>  <p><b>Gambar 2. 3 Keanekaragaman jenis pada Genus <i>Panthera</i></b> (<a href="https://akupintar.id">https://akupintar.id</a>, diakses 10 Januari 2023)</p> <p>c. Keanekaragaman Ekosistem Ekosistem terbentuk karena berbagai kelompok spesies menyesuaikan diri dengan lingkungannya, kemudian terjadi hubungan yang saling memengaruhi antara satu spesies dan spesies lain serta antara spesies dan lingkungan abiotik tempat hidupnya, misalnya suhu, udara, air, tanah, kelembapan, cahaya matahari, dan mineral. Ekosistem bervariasi sesuai spesies pembentuknya. Ekosistem alami, antara lain hutan, rawa, terumbu karang, laut dalam, padang lamun (antara terumbu karang dan mangrove), mangrove (hutan bakau), pantai pasir, pantai batu, estuari (muara sungai), danau, sungai, padang pasir, dan padang rumput. Ada pula ekosistem yang sengaja dibuat oleh manusia, misalnya agroekosistem dalam bentuk sawah,</p>

Materi	Penjelasan
	<p>ladang, dan kebun. Agroekosistem memiliki keanekaragaman spesies yang lebih rendah dibandingkan dengan ekosistem alamiah, tetapi memiliki keanekaragaman genetik yang lebih tinggi.</p> <p>Jenis organisme yang menyusun setiap ekosistem berbeda-beda. Ekosistem hutan hujan tropis, misalnya diisi pohon-pohon tinggi berkanopi (seperti meranti dan rasamala), rotan, anggrek, paku-pakuan, burung, harimau, monyet, orang utan, kambing hutan, ular, rusa, dan berbagai jenis serangga. Pada ekosistem sungai, terdapat ikan, kepiting, udang, ular, dan ganggang air tawar.</p> <p>Keanekaragaman ekosistem di suatu wilayah ditentukan oleh berbagai faktor, antara lain posisi tempat berdasarkan garis lintang, ketinggian tempat, iklim, cahaya matahari, kelembapan, suhu, dan kondisi tanah. Contohnya, Indonesia yang merupakan negara kepulauan dan terletak di khatulistiwa, memiliki sekitar 47 macam ekosistem di laut maupun di darat.</p>
2. Tipe Ekosistem	<p>Lingkungan abiotik dan komunitas yang hidup di dalamnya akan menentukan tipe (bentuk) ekosistem. Ekosistem dapat dibedakan menjadi dua tipe, yaitu ekosistem perairan (akuatik) dan ekosistem darat (terestrial).</p> <p>a. Ekosistem Perairan (Akuatik)</p> <p>Ekosistem perairan adalah ekosistem yang komponen abiotiknya sebagian besar terdiri dari air. Makhluk hidup (komponen abiotik) dalam ekosistem perairan dibagi menjadi beberapa kelompok, yaitu sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Plankton terdiri atas fitoplankton dan zooplankton. Organisme ini dapat bergerak dan berpindah tempat secara pasif karena pengaruh arus air, misalnya ganggang uniseluler dan Protozoa.</li> <li>2) Nekton merupakan organisme yang bergerak aktif (berenang), misalnya ikan dan katak.</li> <li>3) Neuston merupakan organisme yang mengapung di permukaan air, misalnya serangga air, teratai, eceng gondok, dan ganggang.</li> <li>4) Bentos merupakan organisme yang berada di dasar perairan, misalnya udang, kepiting, cacing, dan ganggang.</li> <li>5) Perifiton merupakan organisme yang melekat pada organisme lain, misalnya ganggang dan siput.</li> </ol> <p>b. Ekosistem Darat</p> <p>Ekosistem darat meliputi area yang sangat luas yang disebut bioma. Tipe bioma sangat dipengaruhi oleh iklim, sedangkan iklim dipengaruhi oleh letak geografis garis lintang dan ketinggian tempat dari permukaan</p>

Materi	Penjelasan
	<p>laut. Sebagian nama bioma disesuaikan dengan vegetasi (tumbuhan) yang dominan. Terdapat tujuh macam bioma di bumi, yaitu hutan hujan tropis, savana, padang rumput, gurun, hutan gugur, taiga, dan tundra.</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: center;"> <div style="margin: 5px;"> 1)</div> <div style="margin: 5px;"> 2)</div> <div style="margin: 5px;"> 3)</div> <div style="margin: 5px;"> 4)</div> <div style="margin: 5px;"> 5)</div> <div style="margin: 5px;"> 6)</div> <div style="margin: 5px;"> 7)</div> </div> <p style="text-align: center;"><b>Gambar 2. 4 Tujuh macam ekosistem darat</b> (<a href="https://ilmugeografi.com">https://ilmugeografi.com</a>, diakses 10 Januari 2023)</p>
3. Keanekaragaman Hayati Indonesia	<p>Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri atas 16.000 pulau yang tersebar dari Sabang sampai Merauke. Beberapa di antaranya merupakan pulau-pulau kecil. Pulau-pulau tersebut memiliki keadaan alam yang berbeda-beda dan menampilkan kekhususan kehidupan di dalamnya. Hal inilah yang menyebabkan Indonesia memiliki keanekaragaman flora, fauna, dan mikroorganisme yang tinggi. Beragamnya makhluk hidup yang ada di bumi ini, tidak terlepas dari peran Sang Pencipta. Allah SWT berfirman dalam Q.S Luqman ayat 10 yang berbunyi:</p> <p style="text-align: center;">     خَلَقَ السَّمَوَاتِ بِغَيْرِ عَمَدٍ تَرَوْنَهَا وَالَّذِي فِي الْأَرْضِ رَوَائِي أَنْ      تَمِيدَ بِكُمْ وَبَثَّ فِيهَا مِنْ كُلِّ دَابَّةٍ وَأَنْزَلْنَا مِنَ السَّمَاءِ مَاءً      فَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿١٠﴾   </p>



Materi	Penjelasan
	<p>Artinya: “Dia menciptakan langit tanpa tiang sebagaimana kamu melihatnya, dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik.”</p> <p>Berdasarkan ayat di atas dijelaskan bahwa Allah SWT menciptakan makhluk hidup untuk berkembang biak yang kemudian memunculkan keanekaragaman makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan yang sangat beragam di muka bumi ini.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Kekayaan Flora, Fauna, dan Mikroorganisme di Indonesia Indonesia dikenal sebagai negara megabiodiversitas, selain Brazil dan Zaire karena memiliki kekayaan flora, fauna, dan mikroorganisme yang sangat banyak. Menurut <i>Indonesian Center for Biodiversity and Biotechnology (ICBB)</i>, meskipun luas daratan Indonesia hanya 1,3% dari total luas daratan di dunia, tetapi banyak spesies di dunia yang hidup di Indonesia. Indonesia memiliki sejumlah spesies endemik tertinggi di dunia. Hal ini disebabkan oleh banyaknya pulau yang terisolasi dalam waktu yang cukup lama sehingga perlahan-lahan muncul spesies lokal yang unik, dan dikenal sebagai endemik. Namun, saat ini sudah banyak spesies endemik yang berhasil dipelihara dan dikembangkan di luar daerah asalnya. Spesies endemik terbanyak terdapat di Sulawesi, Papua, dan Kepulauan Mentawai di pantai barat Sumatera. Keanekaragaman hayati tertinggi terdapat di Papua, kemudian Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, dan Maluku. Contoh hewan endemik, antara lain <i>Barbourula borneoensis</i> (katak tanpa paru-paru) yang endemik di Kalimantan dan <i>Eos cyanogenia</i> (nuri sayap hitam) yang endemik di Teluk Cenderawasih, Papua.</li> <li>b. Penyebaran Keanekaragaman Hayati di Indonesia Dipandang dari segi biodiversitas, posisi geografis Indonesia sangat menguntungkan. Posisi tersebut memengaruhi pola penyebaran flora dan fauna Indonesia.       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Penyebaran Flora Indonesia Flora Indonesia termasuk flora kawasan Malesiana yang meliputi Malaysia, Filipina, Indonesia, dan Papua Nugini. Pada tahun 2009, Van Welzen dan Silk, botanis dari Belanda, melakukan penelitian yang menjelaskan distribusi flora Malesiana. Menurut keduanya, flora Malesiana terbagi menjadi flora dataran Sunda, flora dataran Sahul,</li> </ol> </li> </ol>

Materi	Penjelasan
	<p>dan flora di daerah tengah (Wallacea) yang sangat khas dan endemik.</p> <p>Flora dataran Sunda, antara lain tumbuhan dari Famili Dipterocarpaceae, contohnya pohon keruing (<i>Dipterocarpus applanatus</i>) yang kayunya sering digunakan untuk bahan bangunan; dan tumbuhan Famili Nepenthaceae, contohnya tumbuhan pemangsa serangga atau kantong semar (<i>Nepenthes gymnamphora</i>).</p> <p>Flora dataran Sahul, antara lain sagu (<i>Metroxylon sagu</i>) dan tumbuhan dari Famili Myristicaceae, misalnya pala (<i>Myristica fragrans</i>). Flora kawasan Wallacea, antara lain leda (<i>Eucalyptus deglupta</i>) yang memiliki batang berwarna-warni.</p> <p>2) Penyebaran Fauna Indonesia</p> <p>Penyebaran fauna Indonesia dipengaruhi oleh aspek geografi dan peristiwa geologi benua Asia dan Australia. Para pakar zoologi berpendapat bahwa tipe fauna di kawasan Indonesia bagian barat mirip dengan fauna di Asia Tenggara (oriental), sedangkan fauna di kawasan Indonesia bagian timur mirip dengan fauna di benua Australia (australis). Daerah persebaran fauna Indonesia dapat dibagi menjadi tiga kawasan, yaitu kawasan Indonesia bagian barat, kawasan peralihan (Wallacea), dan kawasan Indonesia bagian timur. Kawasan penyebaran fauna Indonesia dipisahkan oleh garis Wallace, garis Weber, dan garis Lydekker.</p> <p>c. Fungsi dan Manfaat Keanekaragaman Hayati di Indonesia</p> <p>Keanekaragaman hayati Indonesia merupakan anugerah terbesar dari Tuhan Yang Maha Kuasa. Keanekaragaman hayati memiliki berbagai fungsi dalam kehidupan manusia sehari-hari, sebagaimana firman Allah dalam Q.S An-Nahl ayat 66 dan 80 yang berbunyi:</p> <p>وَإِنَّ لَكُمْ فِي الْأَنْعَامِ لَعِبْرَةً ۚ نُسْقِيكُمْ مِمَّا فِي بُطُونِهِمْ مِنْ بَيْنِ فَرْثٍ  وَدَمٍ لَبَنًا خَالِصًا سَائِبًا لِلشَّرِيبِينَ ﴿٦٦﴾</p> <p>وَاللَّهُ جَعَلَ لَكُمْ مِنْ بُيُوتِكُمْ سَكَنًا وَجَعَلَ لَكُمْ مِنْ جُلُودِ  الْأَنْعَامِ بُيُوتًا تَسْتَخِفُّونَهَا يَوْمَ ظَعْنِكُمْ وَيَوْمَ إِقَامَتِكُمْ ۖ وَمِنْ  أَصْوَابِهَا وَأَوْبَارِهَا وَأَشْعَارِهَا أَثَاثًا وَمَتَاعًا إِلَىٰ حِينٍ ﴿٨٠﴾</p>

Materi	Penjelasan
	<p>Artinya: Dan sesungguhnya pada binatang ternak itu benar-benar terdapat pelajaran bagi kamu. Kami memberimu minum dari pada apa yang berada dalam perutnya (berupa) susu yang bersih antara tahi dan darah, yang mudah ditelan bagi orang-orang yang meminumnya. (66)</p> <p>Dan Allah menjadikan bagimu rumah-rumahmu sebagai tempat tinggal dan Dia menjadikan bagi kamu rumah-rumah (kemah-kemah) dari kulit binatang ternak yang kamu merasa ringan (membawa)nya di waktu kamu berjalan dan waktu kamu bermukim dan (dijadikan-Nya pula) dari bulu domba, bulu unta dan bulu kambing, alat-alat rumah tangga dan perhiasan (yang kamu pakai) sampai waktu (tertentu). (80)</p> <p>Dari kedua ayat di atas telah dijelaskan bahwa manfaat dari keanekaragaman hayati dapat menjadi sumber kebutuhan sandang, pangan, dan papan bagi kehidupan manusia. Selain itu, masih banyak pemanfaatan yang lainnya.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Keanekaragaman hayati sebagai sumber pangan Makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia adalah beras yang diperoleh dari tanaman padi (<i>Oryza sativa</i>). Namun, di beberapa daerah, makanan pokok penduduk adalah jagung, singkong, ubi jalar, talas, atau sagu. Selain kaya akan tanaman penghasil bahan makanan pokok, Indonesia juga kaya akan tanaman penghasil buah dan sayuran. Sumber makanan juga berasal dari aneka ragam hewan darat, air tawar, dan air laut. Contohnya, sapi, kambing, kelinci, burung, ayam, ikan bandeng, ikan lele, belut, kepiting, kerang, udang, dan rajungan.</li> <li>2) Keanekaragaman hayati sebagai sumber obat-obatan Indonesia memiliki sekitar 30.000 spesies tumbuhan, 940 spesies di antaranya merupakan tanaman obat dan sekitar 250 spesies tanaman obat tersebut digunakan dalam industri obat herbal lokal. Beberapa tanaman obat beserta kegunaannya adalah sebagai berikut.       <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Buah merah (<i>Pandanus conoideus</i>) dimanfaatkan sebagai obat untuk mengobati kanker (tumor), kolesterol tinggi, dan diabetes.</li> <li>b) Mengkudu atau pace (<i>Morinda citrifolia</i>) untuk menurunkan tekanan darah tinggi.</li> <li>c) Kina (<i>Cinchona calisaya</i>, <i>Cinchona officinalis</i>), kulitnya mengandung alkaloid</li> </ol> </li> </ol>

Materi	Penjelasan
	<p>kina (<i>quinine</i>) untuk obat malaria.</p> <p>Selain tumbuh-tumbuhan, beberapa jenis hewan juga dapat dimanfaatkan sebagai obat-obatan. Contohnya, madu dari lebah dimanfaatkan untuk meningkatkan daya tahan tubuh.</p> <p>3) Keanekaragaman hayati sebagai sumber kosmetik Beberapa tumbuhan digunakan untuk kosmetik, antara lain sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Bunga mawar (<i>Rosa hybrida</i>), melati (<i>Jasminum grandiflorum</i>), cendana (<i>Santalum album</i>), kenanga (<i>Cananga odorata</i>), dan kemuning (<i>Murraya exotica</i>) dimanfaatkan untuk wewangian (parfum).</li> <li>Kemuning, bengkuang, alpukat, dan beras digunakan sebagai lulur tradisional untuk menghaluskan kulit.</li> <li>Orang-aring (<i>Eclipta alba</i>), mangkokan, pandan, minyak kelapa, dan lidah buaya (<i>Aloe vera</i>) digunakan untuk pelumas dan penghitam rambut.</li> </ol> <p>4) Keanekaragaman hayati sebagai sumber sandang Beberapa jenis tanaman digunakan untuk bahan sandang atau pakaian, antara lain sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Rami (<i>Boehmeria nivea</i>), kapas (<i>Gossypium arboreum</i>), pisang hutan atau abaca (<i>Musa textilis</i>), sisal (<i>Agave sisalana</i>), kenaf (<i>Hibiscus cannabinus</i>), dan jute (<i>Corchorus capsularis</i>) dimanfaatkan seratnya untuk dipintal menjadi kain atau bahan pakaian.</li> <li>Tanaman labu air (<i>Lagenaria siceraria</i>) dimanfaatkan oleh Suku Dani di lembah Baliem (Papua) sebagai bahan untuk membuat koteka (horim) laki-laki. Sementara itu, untuk membuat pakaian wanita, digunakan tumbuhan wen (<i>Ficus drupacea</i>) dan kem (<i>Eleocharis dulcis</i>).</li> </ol> <p>Beberapa hewan juga dapat dimanfaatkan untuk membuat pakaian, antara lain sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Ulat sutera untuk membuat kain sutera yang memiliki nilai ekonomi sangat tinggi.</li> <li>Kulit beberapa hewan, misalnya sapi dan kambing dapat dimanfaatkan untuk membuat jaket.</li> <li>Kulit sapi digunakan untuk membuat sepatu.</li> <li>Bulu burung dapat digunakan untuk membuat aksesoris pakaian.</li> </ol> <p>5) Keanekaragaman hayati sebagai sumber papan Sebagian besar rumah di Indonesia menggunakan kayu, terutama rumah adat. Kayu dimanfaatkan untuk membuat jendela, pintu, tiang, dan alas atap.</p>

Materi	Penjelasan
	<p>Beberapa tumbuhan yang dimanfaatkan kayunya, antara lain jati (<i>Tectona grandis</i>), kelapa (<i>Cocos nucifera</i>), nangka (<i>Artocarpus heterophyllus</i>), meranti (<i>Shorea acuminata</i>), keruing (<i>Dipterocarpus borneensis</i>), rasamala (<i>Altingia excelsa</i>), ulin (<i>Eusideroxylon zwageri</i>), dan bambu (<i>Dendrocalamus asper</i>). Di Pulau Timor dan Alor, daun Gamba lontar (<i>Borassus flabellifer</i>) dan gebang (<i>Corypha utan</i>) digunakan untuk membuat atap dan dinding rumah. Beberapa jenis tumbuhan palem (<i>Nypa fruticans</i>, <i>Oncosperma tigillarum</i>, dan <i>Oncosperma horridum</i>) juga dimanfaatkan untuk membuat rumah di Sumatra dan Kalimantan. Di Pulau Timor, alang-alang (<i>Imperata cylindrica</i>) dimanfaatkan untuk membuat atap rumah.</p> <p>6) Keanekaragaman hayati sebagai aspek budaya</p> <p>Penduduk Indonesia yang menghuni kepulauan nusantara memiliki keanekaragaman suku dan budaya yang tinggi. Terdapat sekitar 350 etnis (suku) dengan agama dan kepercayaan, budaya, serta adat-istiadat yang berbeda. Dalam menjalankan upacara ritual keagamaan dan kepercayaannya, penyelenggaraan upacara adat dan pesta tradisional seringkali memanfaatkan beragam jenis tumbuhan dan hewan. Beberapa upacara ritual keagamaan dan kepercayaan, upacara adat, serta pesta tradisional tersebut, antara lain sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Budaya nyekar (ziarah kubur) pada masyarakat Jawa menggunakan bunga mawar, kenanga, kantil, dan melati.</li> <li>b) Upacara kematian di Toraja menggunakan berbagai jenis tumbuhan yang dianggap memiliki nilai magis saat memandikan jenazah, misalnya limau, daun kelapa, pisang, dan rempah-rempah.</li> <li>c) Upacara Ngaben di Bali menggunakan 39 jenis tumbuhan yang mengandung minyak atsiri yang berbau harum, antara lain kenanga, melati, cempaka, pandan, sirih, dan cendana.</li> <li>d) Tebu hitam dan kelapa gading juga digunakan untuk menghanyutkan abu jenazah ke sungai.</li> <li>e) Umat Islam menggunakan hewan ternak (kambing, sapi dan kerbau) pada hari raya Qurban.</li> <li>f) Umat Nasrani menggunakan pohon cemara (<i>Araucaria sp.</i> dan <i>Casuarina equisetifolia</i>) saat perayaan Natal.</li> </ol>

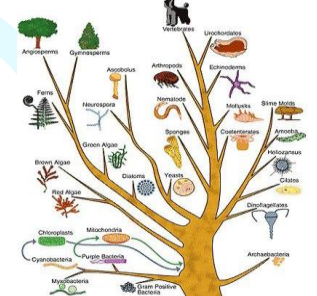
Materi	Penjelasan
	<p>7) Keanekaragaman hayati sebagai sumber plasma nutfah</p> <p>Plasma nutfah (sumber daya genetik) adalah bagian tubuh tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme yang mempunyai fungsi dan kemampuan mewariskan sifat. Setiap organisme yang masih liar di alam maupun yang sudah dibudidayakan manusia mengandung plasma nutfah. Plasma nutfah berguna untuk merakit varietas unggul pada suatu spesies, misalnya spesies yang tahan terhadap suatu penyakit atau memiliki produktivitas tinggi.</p> <p>Plasma nutfah akan mempertahankan mutu sifat dari suatu organisme dari generasi ke generasi berikutnya, misalnya padi Rojolele akan mewariskan sifat pulen dan rasa enak serta ubi jalar cilembu dan buah duku Palembang akan mewariskan sifat rasa manis. Keanekaragaman plasma nutfah dapat tetap terjaga melalui pelestarian semua jenis organisme.</p>
<p>4. Menghilangnya Keanekaragaman Hayati</p>	<p>Menghilangnya keanekaragaman hayati di suatu wilayah dapat disebabkan oleh beberapa faktor berikut.</p> <p>a. Hilangnya Habitat</p> <p>Daftar merah IUCN (<i>International Union for Conservation of Nature</i>) menunjukkan bahwa hilangnya habitat yang diakibatkan manajemen pertanian dan hutan yang tidak berkelanjutan menjadi penyebab terbesar hilangnya keanekaragaman hayati. Bertambahnya jumlah penduduk, menyebabkan semakin bertambah pula kebutuhan yang harus dipenuhi. Lahan yang tersedia untuk kehidupan tumbuhan dan hewan semakin sempit karena digunakan untuk tempat tinggal penduduk, dibabat untuk digunakan sebagai lahan pertanian, atau dijadikan lahan industri.</p> <p>b. Pencemaran Tanah, Udara, dan Air</p> <p>Zat pencemar (polutan) adalah produk buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia. Polutan tersebut dapat mencemari air, tanah, dan udara. Beberapa polutan berbahaya bagi organisme. Nitrogen oksida dan sulfur oksida yang dihasilkan dari kendaraan bermotor jika bereaksi dengan air akan membentuk hujan asam yang merusak ekosistem. Penggunaan <i>Chlorofluorocarbon</i> (CFC) yang berlebihan menyebabkan lapisan ozon di atmosfer berlubang. Akibatnya, intensitas sinar ultraviolet yang masuk ke bumi meningkat dan menyebabkan banyak masalah, antara lain berkurangnya biomassa fitoplankton di lautan yang menyebabkan terganggunya keseimbangan rantai makanan organisme.</p>

Materi	Penjelasan
	<p>c. Perubahan Iklim Salah satu penyebab perubahan iklim adalah pencemaran udara oleh gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang menimbulkan efek rumah kaca. Menurut Raven (1995), efek rumah kaca meningkatkan suhu udara 1-3°C dalam kurun waktu 100 tahun. Kenaikan suhu tersebut menyebabkan pencairan es di kutub dan kenaikan permukaan air laut sekitar 1-2 m yang berakibat terjadinya perubahan struktur dan fungsi ekosistem lautan.</p> <p>d. Eksploitasi Tanaman dan Hewan Eksploitasi hewan dan tumbuhan secara besar-besaran biasanya dilakukan terhadap komoditas yang memiliki nilai ekonomi tinggi, misalnya kayu hutan yang digunakan untuk bahan bangunan dan ikan tuna sirip kuning yang harganya mahal dan banyak diminati oleh pecinta makanan laut. Eksploitasi yang berlebihan dapat menyebabkan kepunahan spesies-spesies tertentu, apalagi jika tidak diimbangi dengan usaha pengembangbiakannya.</p> <p>e. Adanya Spesies Pendatang Masuknya spesies dari luar ke suatu daerah seringkali mendesak spesies lokal yang sebenarnya merupakan spesies penting dan langka di daerah tersebut. Beberapa spesies asing tersebut dapat menjadi spesies invasif yang menguasai ekosistem. Contohnya, ikan pelangi (<i>Melanotaenia ayamaruensis</i>) yang merupakan spesies endemik Danau Ayamaru, Papua Barat. Ikan pelangi terancam punah karena dimangsa oleh ikan mas (<i>Cyprinus carpio</i>) yang dibawa dari Jepang dan menjadi spesies invasif di danau tersebut.</p> <p>f. Industrialisasi Pertanian dan Hutan Para petani cenderung menanam tumbuhan atau memelihara hewan yang bersifat unggul dan menguntungkan, sedangkan tumbuhan dan hewan yang kurang unggul dan kurang menguntungkan akan disingkirkan. Selain itu, suatu lahan pertanian atau hutan industri umumnya hanya ditanami satu jenis tanaman (monokultur), misalnya teh, karet, dan kopi. Hal ini dapat menurunkan keanekaragaman hayati tingkat spesies.</p>
5. Usaha Pelestarian Keanekaragaman Hayati	<p>Menurunnya keanekaragaman hayati menyebabkan semakin sedikit pula manfaat yang dapat diperoleh manusia. Penurunan keanekaragaman hayati dapat dicegah dengan cara melakukan pelestarian (konservasi) keanekaragaman hayati. Konservasi keanekaragaman hayati memiliki beberapa tujuan, antara lain sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Menjamin kelestarian fungsi ekosistem sebagai penyangga kehidupan.</li> <li>Mencegah kepunahan spesies yang disebabkan oleh</li> </ol>

Materi	Penjelasan
	<p>kerusakan habitat dan pemanfaatan yang tidak terkendali.</p> <p>c. Menyediakan sumber plasma nutfah untuk mendukung pengembangan dan budi daya kultivar-kultivar tanaman pangan, obat-obatan, maupun hewan ternak.</p> <p>Konservasi keanekaragaman hayati di Indonesia diatur oleh UU No. 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya dan UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, dengan tiga asas, yaitu tanggung jawab, berkelanjutan, dan bermanfaat. Konservasi keanekaragaman hayati dapat dilakukan secara <i>in situ</i> maupun <i>ex situ</i>. Konservasi <i>in situ</i> adalah usaha pelestarian (konservasi) yang dilakukan di habitat aslinya, yaitu dengan mendirikan cagar alam, taman nasional, suaka margasatwa, taman hutan raya, dan taman laut. Contohnya, cagar alam Rafflesia di Bengkulu dan suaka margasatwa Pulau Komodo. Konservasi <i>ex situ</i> adalah usaha pelestarian yang dilakukan di luar habitat aslinya, yaitu dengan mendirikan kebun raya, taman safari, kebun koleksi, atau kebun binatang. Contohnya, Taman Safari Puncak dan Kebun Raya Bogor.</p> <p>Dari hasil kerja sama dengan lembaga konservasi internasional, telah dilakukan pengembangan kawasan konservasi menjadi cagar biosfer. Cagar biosfer adalah kawasan dengan ekosistem terestrial dan pesisir yang melaksanakan konservasi biodiversitas melalui pemanfaatan ekosistem yang berkelanjutan. Cagar biosfer di Indonesia berdasarkan ketetapan UNESCO (<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>), antara lain Kebun Raya Cibodas dan Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Taman Nasional Komodo, Taman Nasional Lore Lindu, Taman Nasional Tanjung Puting, Taman Nasional Gunung Leuser, Taman Nasional Siberut, Taman Nasional Bukit Batu, dan Taman Nasional Wakatobi</p>
6. Klasifikasi Makhluk Hidup	<p>Makhluk hidup sebagai objek kajian biologi sangat beraneka ragam. Agar mudah mempelajarinya, para ahli melakukan klasifikasi untuk menyederhanakannya. Klasifikasi makhluk hidup adalah pengelompokan makhluk hidup berdasarkan ciri-ciri tertentu yang dimilikinya. Cabang ilmu biologi yang mempelajari klasifikasi makhluk hidup disebut taksonomi (Yunani, <i>taxis</i> = susunan, <i>nomos</i> = aturan).</p> <p>Klasifikasi makhluk hidup dilakukan secara sistematis dan bertahap. Organisme-organisme yang memiliki persamaan ciri tertentu akan dimasukkan ke satu kelompok. Dari anggota kelompok tersebut, dicari lagi perbedaan dan persamaan ciri lainnya untuk membentuk kelompok yang lebih kecil. Hal ini berdasarkan kajian evolusi bahwa organisme dalam satu kelompok memiliki hubungan kekerabatan yang dekat. Semakin banyak persamaan ciri,</p>



Materi	Penjelasan
	<p>semakin dekat pula kekerabatannya. Contohnya, ular memiliki hubungan kekerabatan yang lebih dekat dengan kadal daripada dengan ayam. Jadi, dengan mengklasifikasikan makhluk hidup, dapat diperoleh beberapa manfaat, antara lain sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Menyederhanakan objek studi biologi yang beraneka ragam sehingga lebih mudah untuk mempelajarinya.</li> <li>b. Dapat mengetahui hubungan kekerabatan antara organisme yang satu dan organisme lainnya.</li> </ol> <p>Beberapa ahli yang pernah melakukan klasifikasi makhluk hidup, antara lain Aristoteles (tahun 384-322 SM, mengklasifikasikan hewan), Theophrastus (tahun 371-287 SM, mengklasifikasikan tumbuhan), John Ray (tahun 1627-1705, mengklasifikasikan tumbuhan ke dalam kelompok yang lebih kecil dan mengenalkan istilah spesies), Carolus Linnaeus (tahun 1707-1778, mengemukakan pemberian nama ilmiah untuk setiap jenis organisme), Ernst Haeckel (tahun 1834-1919, mengusulkan dikelompokkannya protista ke dalam kingdom tersendiri), Édouard Chatton (tahun 1883-1937, menguraikan perbedaan prokariota dan eukariota), R. H. Whittaker (tahun 1920-1980, mengusulkan klasifikasi 5 kingdom), dan Carl Woese (tahun 1928-2012, mengusulkan klasifikasi 6 kingdom).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. <b>Dasar-Dasar Klasifikasi</b> Berdasarkan dasar-dasar klasifikasi, sistem klasifikasi makhluk hidup dapat dibedakan menjadi sistem alamiah, sistem artifisial (buatan), sistem filogenetik, dan sistem modern.       <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>Klasifikasi Sistem Alamiah</b> Klasifikasi sistem alamiah adalah klasifikasi untuk membentuk takson-takson yang bersifat alamiah (sesuai kehendak alam). Dasar yang digunakan adalah adanya persamaan sifat, terutama sifat morfologinya. Klasifikasi sistem alamiah dikemukakan pertama kali oleh Aristoteles. Aristoteles mengelompokkan organisme di bumi ini menjadi dua kingdom, yaitu hewan dan tumbuhan. Lalu, hewan dikelompokkan lagi berdasarkan persamaan habitat dan perilakunya, sedangkan tumbuhan dikelompokkan lagi berdasarkan ukuran dan strukturnya, misalnya tumbuhan pohon (beringin, mangga, jeruk, dan kelapa); tumbuhan perdu (tomat, bayam, cabai, dan terong); dan tumbuhan semak (rumput dan jahe).</li> <li>2) <b>Klasifikasi Sistem Artifisial (Buatan)</b> Klasifikasi sistem artifisial adalah klasifikasi untuk tujuan praktis, misalnya berdasarkan kegunaannya. Berdasarkan kegunaannya, tumbuhan dikelompokkan menjadi tanaman obat (jahe, kina,</li> </ol> </li> </ol>

Materi	Penjelasan
	<p>kayu putih, dan ginseng), tanaman hias (mawar, melati, cempaka, dan anggrek), tanaman makanan pokok (padi, jagung, gandum, dan ubi), tanaman sayuran (bayam, kangkung, kacang panjang, dan kol), tanaman buah buahan (jeruk, salak, pepaya, dan apel), tanaman sandang (kapas), dan tanaman untuk papan (jati, bambu, dan meranti). Klasifikasi sistem artifisial diperkenalkan pertama kali oleh seorang naturalis berkebangsaan Swedia, Carl von Linné, atau yang lebih dikenal dengan nama Carolus Linnaeus. Linnaeus mengemukakan makalahnya yang berjudul "Systema Naturae" pada tahun 1735. Dalam makalah tersebut, ia mengelompokkan tumbuhan berdasarkan alat reproduksi seksualnya (bunga). Sementara itu, kelompok Mammalia diberi nama berdasarkan keberadaan kelenjar susu (<i>mammæ</i>) yang digunakan untuk merawat bayinya.</p> <p>3) <b>Klasifikasi Sistem Filogenetik</b></p> <p>Klasifikasi sistem filogenetik diperkenalkan sejak munculnya teori evolusi yang dikemukakan oleh Charles Darwin pada tahun 1859. Pada sistem filogenetik, klasifikasi didasarkan pada jauh dekatnya hubungan kekerabatan antarorganisme atau kelompok organisme, dengan melihat kesamaan ciri morfologi, struktur anatomi, fisiologi, dan etologi (perilaku hewan). Filogeni merupakan hubungan kekerabatan antarorganisme berdasarkan proses evolusinya. Hubungan kekerabatan tersebut digambarkan sebagai pohon filogenetik seperti gambar berikut.</p>  <p><b>Gambar 2. 5 Pohon filogenetik organisme</b> (<a href="http://biologymu.blogspot.com">http://biologymu.blogspot.com</a>, diakses 10 Januari 2023)</p> <p>4) <b>Klasifikasi Sistem Modern</b></p> <p>Klasifikasi sistem modern dibuat berdasarkan hubungan kekerabatan organisme (filogenetik), ciri-ciri gen atau kromosom, serta ciri-ciri biokimia. Pada klasifikasi sistem modern, selain menggunakan dasar perbandingan ciri-ciri</p>

Materi	Penjelasan
	<p>morfologi, struktur anatomi, fisiologi, dan etologi, juga dilakukan perbandingan struktur molekuler dari organisme yang diklasifikasikan.</p> <p>b. Tingkat Takson dalam Klasifikasi</p> <p>Tingkatan takson adalah tingkatan unit atau kelompok makhluk hidup yang disusun mulai dari tingkat tertinggi hingga tingkat terendah. Urutan tingkatan takson mulai dari tingkat tertinggi ke tingkat terendah, yaitu kingdom (kerajaan) atau regnum(dunia), phylum (filum) atau divisio (divisi), classis (kelas), ordo (bangsa), familia (famili/suku), genus (marga), species (spesies/jenis), dan varietas (ras).</p> <div data-bbox="468 534 906 916" style="text-align: center;"> </div> <p><b>Gambar 2. 6 Bagan tingkatan takson</b>  <a href="https://www.banksoalbiologi.com">https://www.banksoalbiologi.com</a>, diakses 10 Januari 2023)</p> <p>Berdasarkan <b>gambar 2.6</b>, dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi tingkatan takson, semakin banyak anggota takson, dan semakin banyak pula perbedaan ciri antaranggota takson. Sebaliknya, semakin rendah tingkatan takson, semakin sedikit anggota takson, dan semakin banyak pula persamaan ciri antaranggota takson.</p> <p>c. Sistem Tata Nama Makhluk Hidup</p> <p>Setiap jenis makhluk hidup diberikan nama ilmiah (<i>scientific name</i>). Ada pula yang menyebutnya dengan nama Latin. Penyebutan nama Latin sebenarnya kurang tepat, karena sebagian besar nama yang diberikan bukan istilah asli dalam bahasa Latin, melainkan nama yang diberikan oleh orang yang pertama kali memberikan deskripsi, lalu dilatinkan. Orang yang memberikan deskripsi suatu spesies disebut deskriptor. Nama spesies yang diberikan oleh ahli pada mulanya merupakan deskripsi lengkap suatu organisme, misalnya <i>physalis amno ramosissime ramis angulosis glabris foliis dentoserrati</i> yang artinya tanaman yang memiliki batang bersudut dan daun</p>

Materi	Penjelasan
	<p>berbulu dengan tepian bergerigi. Namun, dalam perkembangannya, nama yang panjang dianggap kurang praktis dan sulit diingat sehingga diubah menjadi nama genus dan spesies yang ringkas dan jelas, contohnya <i>Physalis angulata</i> (ceplukan).</p> <p>Dalam Q.S Al-Baqarah ayat 31 yang berbunyi:</p> <p style="text-align: center;">وَعَلَّمَ آدَمَ الْأَسْمَاءَ كُلَّهَا ثُمَّ عَرَضَهُمْ عَلَى الْمَلَائِكَةِ فَقَالَ      أَنْبِئُونِي بِأَسْمَاءِ هَؤُلَاءِ إِنْ كُنْتُمْ صَادِقِينَ ﴿٣١﴾</p> <p>Artinya: “Dan Dia ajarkan kepada Adam nama-nama (benda) semuanya, kemudian Dia perlihatkan kepada para malaikat seraya berfirman, “Sebutkan kepada-Ku nama semua (benda) ini, jika kamu yang benar!”</p> <p>Berdasarkan ayat di atas dijelaskan bahwa pemberian nama bagi makhluk hidup yang ada di alam semesta ini adalah ungkapan kembali dari ilmu yang telah diberikan kepada Nabi Adam. Ayat di atas menginformasikan bahwa manusia dianugerahi Allah potensi untuk mengetahui nama atau fungsi dan karakteristik benda-benda termasuk hewan dan tumbuhan.</p> <p>Pemberian nama ilmiah pada setiap makhluk hidup bertujuan agar spesies mudah dikenali dan menghindari kesalahpahaman. Nama ilmiah berlaku secara universal. Tidak seperti nama lokal di mana spesies akan disebut berbeda di daerah yang berbeda. Di Jawa Tengah (bahasa Jawa), pisang disebut <i>gedang</i>, sedangkan di Jawa Barat (bahasa Sunda) <i>gedang</i> artinya pepaya. Di Jawa Barat (bahasa Sunda), pisang disebut <i>cau</i>, sedangkan dalam bahasa Inggris, pisang disebut <i>banana</i>. Nama ilmiah pepaya, yaitu <i>Carica papaya</i>, dan nama ilmiah pisang, yaitu <i>Musa paradisiaca</i>.</p> <p>Pada tahun 1735, Carolus Linnaeus memperkenalkan sistem pemberian nama ilmiah untuk setiap jenis spesies menggunakan sistem tata nama ganda, yang disebut binomial nomenklatur. Tata nama binomial nomenklatur ini terdiri dari dua kata, yaitu nama genus dan nama spesies. Sistem tata nama binomial nomenklatur mengikuti beberapa kaidah, yaitu sebagai berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Menggunakan bahasa latin atau bahasa lain yang dilatinkan.</li> <li>2) Nama spesies terdiri atas dua kata, di mana kata pertama merupakan nama genus, sedangkan kata kedua merupakan nama spesies yang spesifik.</li> <li>3) Huruf pertama pada nama genus ditulis dengan huruf kapital (<i>uppercase</i>), huruf selanjutnya ditulis dengan huruf kecil (<i>lowercase</i>).</li> </ol>

Materi	Penjelasan
	<p>4) Nama genus dan nama spesies dicetak miring (<i>italic</i>) atau digarisbawahi secara terpisah.</p> <p>5) Nama atau singkatan nama deskriptor dapat dituliskan di belakang nama spesies, dengan huruf tegak dan tanpa garis bawah.</p> <p>6) Contoh penulisan nama ilmiah yaitu <i>Glycine max</i> Merr atau <u>Glycine</u> <u>max</u> Merr (kedelai). Merr adalah nama deskriptor (E.D. Merrill). <i>Vicia faba</i> L. atau <u>Vicia</u> <u>faba</u> L. (buncis). L. merupakan singkatan dari Linnaeus.</p> <p>7) Jika nama spesies tersusun dari tiga kata, maka kata ke dua dan tiga digabung penulisannya atau diberi tanda penghubung. Contoh nama kembang sepatu adalah <i>Hibiscus rossasinensis</i> maka ditulis atau <i>Hibiscus rossa-sinensis</i>.</p> <p>d. Perkembangan Klasifikasi Makhluk Hidup</p> <p>Sistem klasifikasi makhluk hidup selalu mengalami perkembangan dari masa ke masa. Ada beberapa sistem klasifikasi yang pernah digunakan secara internasional yaitu sistem dua kingdom, sistem tiga kingdom, sistem empat kingdom, sistem lima kingdom, sistem enam kingdom, sistem delapan kingdom, dan sistem tiga domain.</p> <p>Namun hingga sekarang yang diakui sebagai sistem klasifikasi standar adalah sistem Lima Kingdom yang ditemukan oleh Whittaker.</p> <p>Klasifikasi sistem lima kingdom dikemukakan oleh R. H. Whittaker pada tahun 1969. Dasar klasifikasi yang digunakan, yaitu ciri struktur sel dan cara memperoleh makanannya. Jamur dipisahkan dari kingdom Plantae, dengan alasan jamur tidak dapat membuat makanannya sendiri. Oleh sebab itu, klasifikasi sistem lima kingdom terdiri atas Monera, Protista, Fungi (jamur), Plantae, dan Animalia.</p> <div data-bbox="468 1152 906 1459" data-label="Image"> <p>The diagram shows five categories of life with representative illustrations: Animalia (an elephant), Plantae (a tree), Fungi (two mushrooms), Protista (a green, oval-shaped microorganism), and Monera (two spherical bacteria).</p> </div> <p><b>Gambar 2. 7 Klasifikasi sistem lima kingdom</b> (<a href="https://www.berpendidikan.com">https://www.berpendidikan.com</a>, diakses 10 Januari 2023)</p>

Materi	Penjelasan
	<p>e. Identifikasi Makhluk Hidup</p> <p>Jika ditemukan suatu organisme baru atau yang belum dikenal, organisme tersebut perlu diidentifikasi. Kegiatan identifikasi diawali dengan mengamati ciri-cirinya, kemudian mencari persamaan maupun perbedaannya dengan cara membandingkan organisme baru tersebut dengan organisme acuan yang sudah diketahui sebelumnya. Setelah diketahui ciri-cirinya dan dibandingkan dengan organisme acuan, kemudian diberikan nama. Dalam melakukan identifikasi diperlukan hal-hal berikut.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pengetahuan tentang klasifikasi makhluk hidup</li> <li>2) Buku referensi (pustaka) atau sumber referensi lainnya</li> <li>3) Pedoman atau kunci determinasi</li> <li>4) Gambar organisme yang sudah diketahui dan telah memiliki nama</li> <li>5) Spesimen acuan (berupa organisme yang diawetkan)</li> </ol> <p>Kunci Determinasi</p> <p>Kunci determinasi adalah petunjuk praktis untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan suatu organisme ke dalam suatu tingkatan takson tertentu. Setiap langkah dalam kunci determinasi disusun berdasarkan ciri-ciri organisme yang merupakan bentuk alternatif (berlawanan) sehingga disebut kunci dikotom. Kunci dikotom pertama kali diperkenalkan oleh Carolus Linnaeus. Contoh ciri organisme bentuk alternatif, yaitu berbiji belah dengan berbiji tunggal, batang berkambium dengan batang tidak berkambium, tulang daun lurus dengan tulang daun menyirip, dan lain-lain.</p>

### E. Kerangka Berpikir

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dikemukakan, bahwa salah satu tujuan pendidikan abad ke-21 adalah agar guru memahami materi pelajaran, pedagogik, dan teknologi saat mengajar. Kemajuan teknologi di bidang pendidikan dapat membantu penyelesaian masalah pembelajaran, mendorong pembelajaran mandiri atau kolaboratif, dan meningkatkan keterampilan investigasi peserta didik saat mempelajari sains. TPACK tampil sebagai kompetensi yang menjembatani kesenjangan antara teknologi informasi, pedagogik, dan konten pembelajaran berdasarkan ketiga unsur kompetensi tersebut.

Terdapat tujuh komponen TPACK, di mana guru biologi menemukan cara berpikir baru tentang belajar dan meningkatkan keterampilan untuk membantu peserta didik belajar dengan baik di abad ke-21 ini. Keterampilan belajar abad ke-21 yang sangat penting dan yang perlu dimiliki peserta didik meliputi *critical thinking*/ berpikir kritis, *creativity*/ kreativitas, *collaboration*/ kolaborasi, dan *communication*/ komunikasi yang disingkat dengan keterampilan 4C. Keterampilan 4C ini merupakan landasan pendidikan modern, yang dibutuhkan semua peserta didik untuk berhasil dalam kehidupan masyarakat. Keterampilan ini sangat penting untuk mengatasi efek negatif dari akses informasi yang tidak terbatas di abad ke-21 ini.

Semakin tinggi tingkat *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) seorang guru, maka semakin tinggi tingkat kemampuan *critical thinking*, *creativity*, *collaboration*, dan *communication* peserta didik, begitu pula sebaliknya. Pengaruh dari kemampuan TPACK guru biologi yang dapat mencapai tujuan pembelajaran abad ke-21 serta meningkatkan keterampilan 4C peserta didik agar mereka dapat berkembang dan bersaing sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Adapun kerangka berpikir dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:



TPACK merupakan sebuah kerangka kerja dalam mendesain suatu model pembelajaran baru dengan menggabungkan tiga aspek utama yaitu teknologi, pedagogik dan konten. Tujuan dari kemampuan TPACK adalah agar guru biologi menemukan cara baru dalam berpikir dan memecahkan masalah pembelajaran guna meningkatkan kemampuannya untuk membantu peserta didik belajar dengan baik di abad ke-21. Penggunaan teknologi memberikan pembelajaran kontekstual pada peserta didik dan membantu meningkatkan keterampilan 4C mereka.

**Permasalahan:**

- *Framework* TPACK masih terdengar asing bagi para guru
- Keterbatasan pengetahuan guru biologi mengenai TIK
- Kurangnya motivasi guru untuk belajar mengintegrasikan pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran
- Sarana dan prasarana berbasis teknologi yang masih banyak mengalami kendala teknis sehingga guru masih menggunakan metode pembelajaran konvensional yang mengakibatkan kurangnya variasi dalam pembelajaran
- Belum adanya penilaian yang spesifik pada keterampilan *critical thinking*, *communication*, *collaboration*, dan *creativity* peserta didik

**Solusi:** maka muncul TPACK yaitu kompetensi yang menjembatani kesenjangan antara teknologi informasi, pedagogik, dan konten pembelajaran yang dimana terdapat tujuh komponen. Keterampilan *critical thinking*, *communication skill*, *collaboration*, dan *creativity* (4C) peserta didik akan meningkat seiring dengan peningkatan kemampuan TPACK guru, sehingga keterampilan TPACK guru berkaitan dengan keterampilan 4C peserta didik.

## Gambar 2. 8 Kerangka Berpikir Penelitian

### F. Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah dugaan sementara atas suatu masalah yang dianggap benar. Karena hipotesis masih bersifat sementara atau tentatif.<sup>125</sup> Berdasarkan rumusan masalah pada penelitian Analisis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* Guru Biologi Dalam Kaitannya Dengan Keterampilan 4C Pada Peserta Didik Kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung, maka hipotesis penelitian ini adalah:

<sup>125</sup> Enos Lolang, "Hipotesis Nol Dan Hipotesis Alternatif," *Jurnal KIP* 3, no. 3 (2015): 685–95.



“Terdapat hubungan yang kuat dan positif antara kemampuan *Technological Pedagogical and Content Knowledge* guru biologi dengan keterampilan 4C peserta didik kelas X SMA Negeri di Bandar Lampung”.



## DAFTAR RUJUKAN

- A'yun, Qurrota. "Analisis Tingkat Literasi Digital Dan Keterampilan Kolaborasi Siswa Dalam Pembelajaran IPA Kelas VII Secara Daring." *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar* 5, no. 1 (2021): 271–90. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v5i1.286>.
- Abdullah. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 5*. Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i, 2003.
- . *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 8*. Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i, 2005.
- Achmad, Ghufuran Hasyim, Dwi Ratnasari, Alfauzan Amin, Eki Yuliani, and Nidia Liandara. "Penilaian Autentik Pada Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam Di Sekolah Dasar." *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan* 4, no. 4 (2022): 5685–99. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3280>.
- Afifa, Aisya Nur, Sarifatul Ula, and Siti A. Azizah. "Pengaruh Penggunaan Teknologi Di Masa Pandemi Covid-19 Terhadap Hasil Belajar Pada Mata Pelajaran Biologi Di MAN 2 Jember." *ALVEOLI: Jurnal Pendidikan Biologi* 2, no. 1 (2021): 54–66. <https://doi.org/10.35719/alveoli.v2i1.35>.
- Akhwani. "Integration of TPACK as a Basic Framework for 21st Century Learning: An Analysis of Professional Teacher Competencies." *International Conference On Information Technology And Education* 508 (2020): 291–96. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201214.251>.
- Akhwani, and Dewi Widiana Rahayu. "Analisis Komponen TPACK Guru SD Sebagai Kerangka Kompetensi Guru Profesional Di Abad 21." *JURNAL BASICEDU* 5, no. 4 (2021): 1918–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i4.1119>.
- Ananyarta, Primadya, and Ririn Listya Ika Sari. "Keterampilan Kolaboratif Dan Metakognitif Melalui Multimedia Berbasis Means Ends Analysis Collaborative And Metacognitive Skills Through Multimedia Means Ends Analysis Based." *Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi* 2, no. 2 (2017): 33–43.
- Anton, and Ridwan Trisoni. "Kontribusi Keterampilan 4C Terhadap

Projek Penguatan Profil Pelajar Pancasila Pada Kurikulum Merdeka.” *Edu Cendikia: Jurnal Ilmiah Pendidikan* 2, no. 3 (2022): 528–35. <https://doi.org/10.47709/educendikia.v2i3.1895>.

Arikunto, Suharsimi. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2013.

Aripin, Ipin, and Yeni Suryaningsih. “Peranan Virtual Laboratory Dalam Pembelajaran Biologi.” *Seminar Nasional Pendidikan, FKIP UNMA*, 2020, 758–63. <http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/doubleclick>.

Ariyanto, Sudirman Rizki, Ikke Wulan Puji Lestari, Savira Uswatun Hasanah, Latifahtur Rahmah, and Devi Vitriana Purwanto. “Problem Based Learning Dan Argumentation Sebagai Solusi Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMK.” *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian Dan Kajian Kepustakaan Di Bidang Pendidikan, Pengajaran Dan Pembelajaran* 6, no. 2 (2020): 197–205. <https://doi.org/10.33394/jk.v6i2.2522>.

Ariyati, Eka. “Kemampuan Pedagogical Content Knowledge Calon Guru Biologi Menyusun RPP Pada Praktik Microteaching.” *Edukasi: Jurnal Pendidikan* 16, no. 1 (2018): 82–92. <https://doi.org/10.31571/edukasi.v16i1.839>.

Armiyati, Laely, and Miftahul Habib Fachrurozi. “Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Mahasiswa Calon Guru Di Tasikmalaya.” *JIPSINDO (Jurnal Pendidikan Ilmu Pengetahuan Sosial Indonesia)* 09, no. 02 (2022): 164–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.21831/jipsindo.v9i2.52050>.

Danuri, and Siti Maisaroh. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Samudra Biru, 2019.

Dewi, Rianti Adisti Puspa, Budhi Akbar, and Meitiani. “Analisis Kemampuan Komunikasi Sains Siswa Pada Pembelajaran Biologi Kelas X.” *Al-Nafis: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi* 2, no. 1 (2022): 1–7. <http://journal.iain-ternate.ac.id/index.php/Al-Nafis/index>.

Fajri, Iwan, Khairan Ar, Andika Prajana, Yusran, and Sanusi. “Peningkatan Keterampilan 4C Melalui Model Pembelajaran Berbasis Portofolio.” *Jurnal Dedikasi Pendidikan* 4, no. 2

(2020): 371–80.

Firdaus, Ahmad, Ardhi Firmansyah, Dhimas Maulana Hadi, Feby Febryansyah, Gilang Aditya, Muhammad Assauqi Alex, Muhammad Afriyan Arief, et al. “Sosialisasi Penggunaan Microsoft Office Kepada Pengurus Dan Anggota Yayasan Hasanah Manggala Tama.” *Praxis: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2, no. 1 (2022): 61–65. <http://pijarpemikiran.com/>.

Fitria, Yanti. “Pembelajaran Yang Melejitkan Kecakapan Abad 21 Untuk Level Pendidikan Dasar Di Era 5.0.” *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Dasar*, 2021, 367–87. <http://ejurnal.pps.ung.ac.id/index.php/PSNPD/article/view/1083>.

Hadijah. “Pemanfaatan Gadget Pada Pembelajaran Biologi Di SMA Negeri 1 Tanjung Jabung Barat.” *Jurnal Kajian Pendidikan Agama Islam* 2, no. 1 (2020): 94–103.

Haka, Nukhbatul Bidayati, Rizka Yohana, and Laila Puspita. “Technological Pedagogical Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Biologi Dalam Menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran.” *VEKTOR: Jurnal Pendidikan IPA* 1, no. 2 (2020): 73–88. <https://doi.org/10.35719/vektor.v1i2.13>.

Harahap, Tuti Khairani, I Made Indra P, Chentia Misse Issabella, Syahrial Hasibuan, Yusriani, Muhammad Hasan, A.A Musyaffa, Miftahus Surur, and Soni Ariawan. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Edited by Uswatun Khasanah. Tahta Media Grup, 2021.

Hartati, Tatat, Dwi Heryanto, Nuri Annisa, Risma Nuriyanti, Alpin Herman Saputra, and Rahmat Sutedi. “Techonological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Dalam Rangka Peningkatan Kualitas Pembelajaran Mahasiswa PPG SD Prajabatan.” *Edutech* 18, no. 2 (2019): 174–81. <https://doi.org/10.17509/e.v18i2.15092>.

Hayani, Sari Nur, and Sutama Sutama. “Pengembangan Perangkat Dan Model Pembelajaran Berbasis TPACK Terhadap Kualitas Pembelajaran Daring.” *Jurnal Basicedu* 6, no. 2 (2022): 2871–82. <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/2512>.

Hizqiyah, Ida Yayu Nurul, Ari Widodo, and Siti Sriyati. “Pembelajaran Abad 21 Dengan Menggunakan Wikipedia

Sebagai Sumber Informasi Untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah.” *BIOSFER: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi* 7, no. 1 (2022): 1–12. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v7i1.5607>.

Huriyah, Lilik, Zulfahmi Alwi, Nuansa B. Segara, Saifudin Saifudin, Shofar S. Bisri, and Ida Zubaidah. “Madrasah Teachers’ TPACK: To What Extent It Facilitates Students’ Learning for Literacy?” *Proceedings of the International Conference on Madrasah Reform 2021 (ICMR 2021)* 633 (2021): 160–64. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220104.024>.

Ichsan, A. F.R.A., R. Adawiyah, and I. Wilujeng. “Analysis of the Ability of Students’ Communication Skills and Self-Efficacy on Science Instruction.” *Journal of Physics: Conference Series* 1440, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012088>.

Indrawati, Samsul Bahri, Muh. Rusmayadi, Isnawan, and Imam Pakhrurrozi. “Pelaksanaan Asesmen Diagnostik: Tes Kepribadian Siswa Kelas VII Di SMPN 4 Keruak.” *Rengganis Jurnal Pengabdian Masyarakat* 2, no. 1 (2022): 1–8. <https://doi.org/10.29303/rengganis.v2i1.156>.

Irnaningtyas, and Sylva Sagita. *IPA Biologi Untuk SMA/MA Kelas X*. Edited by Putri Larasati. Jakarta: Erlangga, 2021.

Jayawardana, H.B.A., and Rina Sugiarti Dwi Gita. “Inovasi Pembelajaran Biologi Di Era Revolusi Industri 4 . 0.” *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi Covid-19, 2020*, 58–66. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>.

Jumrodah, Liliarsari, Yusuf Hilmi Adisendjaja, and Yayan Sanjaya. “Keterampilan Berpikir Kreatif Mahasiswa Calon Guru Biologi Pada Konsep Biota Laut Menuju Pembangunan Berkelanjutan Melalui Pembelajaran Berbasis Proyek.” *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika* 9, no. 1 (2021): 98–106.

Kennedy, Mellen, Michelle B. Fisher, and Robert H. Ennis. *Critical Thinking: Literature Review and Needed Research*, 1991.

Khoiriyah, Siti, Nashrullah, Hasan Ruzakki, Husniyatus Salamah Zainiyah, and Suryani. “Tren Penelitian TPACK Untuk Wawasan Kompetensi Guru Pendidikan Agama Islam Di Era

- Digital: Sebuah Sistematis Literatur Review.” *Journal of Applied Linguistics and Islamic Education* 07, no. 02 (2023): 195–224.
- Kodri, Neti Budiwati, and Ika Putera Waspada. “Technological Pedagogical Content Knowledge Untuk Meningkatkan Critical and Creative Thingking Skills Siswa.” *Jurnal Ekonomi Pendidikan Dan Kewirausahaan* 8, no. 2 (2020): 129–38. <https://doi.org/10.26740/jepk.v8n2.p129-138>.
- Koehler, Matthew J., and Punya Mishra. “What Is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)?” *Journal of Education* 9, no. 1 (2009): 60–70. <https://doi.org/10.1177/002205741319300303>.
- Kurniawan, Budi, Nurlailah, and Abdul Syahril Muh. “Pengaruh Implementasi Model Pembelajaran Science Integrated Learning (SIL) Berbasis Keterampilan Belajar Dan Berinovasi 4c Terhadap Hasil Belajar IPA Dengan Kovariabel Kemandirian Belajar.” *Jurnal Pendidikan Dasar Flobamorata* 2, no. 2 (2021): 192–201.
- Kurniawati, Inung Diah, and Sekreningsih Nita. “Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa.” *Journal of Computer and Information Technology* 1, no. 2 (2018): 68–75. <https://doi.org/10.25273/doubleclick.v1i2.1540>.
- Lafiani, Phita Yola, Bony Irawan, and Elfa Oprasmani. “Kemampuan Komunikasi Sains Siswa Dalam Mendiskusikan Hasil Kegiatan Suatu Masalah Atau Peristiwa Pada Pembelajaran Biologi Di SMA Negeri 3 Tanjungpinang.” *SOJ: Student Online Journal* 3, no. 1 (2022): 547–52.
- Lamhatin, Fuji, Dyah Ayu Fajariningtyas, and Anik Anekawati. “Pengembangan Instrumen Penilaian HOTS Memuat Keterampilan 4C Menuju Pembelajaran Abad 21.” *EKSAKTA: Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran MIPA* 7, no. 1 (2022): 30–38. <https://doi.org/DOI:10.31604/eksakta.v7i1.30-38>.
- Lolang, Enos. “Hipotesis Nol Dan Hipotesis Alternatif.” *Jurnal KIP* 3, no. 3 (2015): 685–95.
- Maharani, Dila Putri, Hengki Hermawan, Desi Tri Wulandari, Nadia

- Yuli Ismawarti, Galuh Kancanadana, and Ika Candra Sayekti. "Analisis TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) Guru Sekolah Dasar Dalam Pembelajaran Di Masa Pandemi Covid-19 Di Surakarta." *Jurnal Basicedu* 5, no. 6 (2021): 5195–5203. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1501>  
ISSN.
- Manalu, Juliati Boang, Fernando Sitohang, and Netty Heriwati Henrika Turnip. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kurikulum Merdeka Belajar." *Mahesa Centre Research* 1, no. 1 (2022): 80–86. <https://doi.org/10.34007/ppd.v1i1.174>.
- Marna, Jean Elikal, and Annur Fitri Hayati. "Pelatihan Desain Pembelajaran Ekonomi Berbasis 4C Bagi Guru Sekolah Menengah Atas Di Kota Payakumbuh." *Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat* 22, no. 1 (2022): 1–7. <https://doi.org/10.24036/sb.01910>.
- Masitah, Tria, Ana Yuniasti Retno Wulandari, Wiwin Puspita Hadi, and Nur Qomaria. "Profil Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas VII Materi Pencemaran Lingkungan." *Jurnal Natural Science Education Research* 4, no. 3 (2022): 209–13. <https://doi.org/10.21107/nser.v4i3.8392>.
- Maulida, Novianti, S Sa'adah, and U Ukit. "Peningkatan Keterampilan Berkomunikasi Siswa Melalui Pembelajaran Berorientasi TPACK Dengan Blended Learning Pada Materi Sistem Gerak." *Jurnal BIOEDUIN: Jurnal Program Studi Pendidikan Biologi* 11, no. 2 (2021): 79–87. <http://journal.uinsgd.ac.id/index.php/bioeduin/article/view/14313>
- Maulina, Dina, Ismi Rakhmawati, Arwin Surbakti, Darlen Sikumbang, and Dwi Wahyudi. "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, no. 1 (2021): 36–47. <https://doi.org/10.37058/bioed.v6i1.2697>.
- Miasari, Rahmalia Syifa, Cory Indar, Pratiwi, Purwoto, Unik Hanifa Salsabila, Ulfiyana Amalia, and Syaiful Romli. "Teknologi Pendidikan Sebagai Jembatan Reformasi Pembelajaran Di

- Indonesia Lebih Maju.” *Jurnal Manajemen Pendidikan Al Hadi* 2, no. 1 (2022): 53–61. <https://doi.org/10.31602/jmpd.v2i1.6390>.
- Mishra, Punya, and Matthew J. Koehler. “Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge.” *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education* 108, no. 6 (2006): 1017–54. <https://doi.org/10.1177/016146810610800610>.
- Miterianifa, Ashadi, Sulisty Saputro, and Suciati. “A Conceptual Framework for Empowering Students’ Critical Thinking through Problem Based Learning in Chemistry.” *Journal of Physics: Conference Series* 1842, no. 1 (2021): 1–9. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012046>.
- Moeloe, Lexy J. *Metodologi Penelitian Kualitatif*. Bandung: PT Remaja Rosdakrya, 2017.
- Mulyani, Fitri, and Nur Haliza. “Analisis Perkembangan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi (Iptek) Dalam Pendidikan.” *Jurnal Pendidikan Dan Konseling* 3, no. 1 (2021): 101–9.
- Munawwarah, Muzayyanatun, Nurul Laili, and Mohammad Tohir. “Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa Dalam Memecahkan Masalah Matematika Berdasarkan Keterampilan Abad 21.” *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika* 2, no. 1 (2020): 37–58. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2020.v2i1.37-58>.
- Muntaha. “Pengetahuan Mahasiswa Mengenai Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Dalam Pembelajaran Bahasa Inggris,” 2018, 1–21. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31467.18727>.
- Mursidah, Siti, Herawati Susilo, and Aloysius Duran Corebima. “Hubungan Antara Keterampilan Berpikir Kritis Dan Keterampilan Berkomunikasi Dengan Retensi Siswa Dalam Pembelajaran Biologi Melalui Strategi Pembelajaran Reading Practicing Questioning Summarizing and Sharing.” *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan* 4, no. 8 (2019): 1071–76. <https://doi.org/10.17977/jptpp.v4i8.12676>.
- Novitasary, Rezha Rizqy. “Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Peserta Didik.”



*Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi* 4, no. 2 (2023): 100–112.

- Nurfitriyanti, Maya, Novrita Mulya Rosa, and Fatwa Patimah Nursa'adah. "Pengaruh Kemampuan Berpikir Kritis, Adversity Quotient Dan Locus of Control Terhadap Prestasi Belajar Matematika." *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)* 5, no. 2 (2020): 263. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v5i2.5929>.
- Nurhasanah, Ana, Reksa Adya Pribadi, and M. Dapid Nur. "Analisis Kurikulum 2013." *Didaktik : Jurnal Ilmiah FKIP Universitas Mandiri* 07, no. 02 (2021): 484–93.
- Prasutri, Destha Ramadanty, Ahmad Fajar Muzaqi, Ayu Purwati, Nanda Choirun Nisa, and Herawati Susilo. "Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Literasi Digital Dan Keterampilan Kolaboratif Siswa SMA Pada Pembelajaran Biologi." *Prosiding Seminar Nasional Dan Workshop Biologi-IPA Dan Pembelajarannya Ke-4*, 2019, 489–96.
- Pratiwi, Indah, Ahmad Shafwan S. Pulungan, and D Dumasari. "Perbandingan Keterampilan Proses Sains Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Dan Project Based Learning (PJBL) Pada Materi Keanekaragaman Hayati." *Jurnal Pelita Pendidikan* 8, no. 1 (2020). <https://doi.org/10.24114/jpp.v8i1.12105>.
- Puspita, Laila, Nanang Supriadi, and Amanda Diah Pangestika. "Pengaruh Model Pembelajaran Creative Problem Solving (CPS) Disertai Teknik Diagram Vee Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Peserta Didik Materi Fungi Kelas X MAN 2 Bandar Lampung." *Biosfer : Jurnal Tadris Biologi* 9, no. 1 (2018): 01. <https://doi.org/10.24042/biosf.v9i1.2871>.
- Putri, A. R.A., T. Hidayat, and W. Purwianingsih. "Analysis of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of Biology Teachers in Classification of Living Things Learning." *Journal of Physics: Conference Series*, no. 1–7 (2020). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/4/042033>.
- Qisthi, Naufalia, Suharsono, and Dea Diella. "Efektivitas Pembelajaran Daring Berbasis Google Docs Terhadap Keterampilan Kolaborasi Peserta Didik Pada Materi Perubahan Lingkungan." *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematika* 10, no.

2 (2022): 186–98.

Rahmadayanti, Dewi, and Agung Hartoyo. “Potret Kurikulum Merdeka, Wujud Merdeka Belajar Di Sekolah Dasar.” *Jurnal Basicedu* 6, no. 4 (2022): 7174–87. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3431>.

Rahmadi, Imam Fitri. “Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21.” *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan* 6, no. 1 (2019): 65–74. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.32493/jpkn.v6i1.y2019.p65-74>.

Ramdani, Agus, A Wahab Jufri, Jamaluddin, and Dadi Setiadi. “Kemampuan Berpikir Kritis Dan Penguasaan Konsep Dasar IPA Peserta Didik.” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 6, no. 1 (2020): 119. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v6i1.388>.

Redhana, I Wayan. “Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia.” *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia* 13, no. 1 (2019): 2239=2253. <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/JIPK/article/view/17824>.

Riinawati. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Yogyakarta: Thema Publishing, 2021.

Romiasih, Gusti Ayu Putu, Herpratiwi, and Sugeng Widodo. “Profil Kemampuan Guru SMA Negeri 6 Bandar Lampung Dalam Pemanfaatan Teknologi Informasi Dan Teknologi Sebagai Media Pembelajaran.” *Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains* 10, no. 2 (2022): 205–20. <https://doi.org/10.25273/jems.v10i2.12132>.

Roslina, Elsy. “Pengembangan Keterampilan Kominikatif Antar Siswa Melalui Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Teknik Two Stay Two Stray (Tsts) Dalam Pembelajaran Ips Meteri Perpajakan.” *Jurnal PETIK* 4, no. 1 (2018): 8–22.

Safitri, Erna Retna. “Pembelajaran Berbasis Nilai Berbantuan Multimedia Dalam Meningkatkan Kompetensi Afektif Peserta Didik.” *DIAJAR: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran* 2, no. 1 (2023): 8–13. <https://doi.org/10.54259/diajar.v2i1.1233>.

Sahidin, Latief, Kadir, Salim, and Rahmad Prajono. “Eksplorasi

TPACK Dalam Mendukung Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi.” *Jurnal Pendidikan Matematika* 13, no. 2 (2022): 212–27.

Sälzer, Christine, and Nina Roczen. “Die Messung von Global Competence Im Rahmen von PISA 2018. Herausforderungen Und Mögliche Ansätze Zur Erfassung Eines Komplexen Konstrukts.” *Zeitschrift Für Erziehungswissenschaft* 21, no. 2 (2018): 299–316. <https://doi.org/https://doi.org/10.25656/01:15520>.

Santosa, Tomi Apra, Eria Marina Sepriyani, Lufri, Abdul Razak, Moralita Chatri, and Violita. “Analisis E-Learning Dalam Pembelajaran Evolusi Mahasiswa Pendidikan Biologi Selama Pandemi Covid-19.” *Edumaspul: Jurnal Pendidikan* 5, no. 1 (2021): 66–70. <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v5i1.1027>.

Sari, Arini Kumala, and Winda Trisnawati. “Integrasi Keterampilan Abad 21 Dalam Modul Sociolinguistics: Keterampilan 4C (Collaboration, Communication, Critical Thinking, Dan Creativity).” *Jurnal Muara Pendidikan* 4, no. 2 (2019): 455–66. <https://doi.org/10.52060/mp.v4i2.179>.

Sari, Ira Nofita, Nurussaniah, Dedi Irwan, Muhammad Iqbal Ripo Putra, Alvina, Fahrul Jatannur, Sarah Ashari, Nabila Alhilma, and Siti Umayya Sari. “Implementasi LSLC Untuk Meningkatkan Kecakapan Guru IPA Dalam Mendesain Pembelajaran Berbasis 4C Di Kecamatan Selakau.” *GERVASI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 6, no. 3 (2022): 895–908.

Satriani, F B, U Sutyarti, and R Wahyuningsih. “Analisis Metode Pembelajaran 4C Dalam Pembelajaran Daring Bahasa Jepang Kelas X Bahasa SMAN 1 Batu.” *Jurnal Pendidikan Bahasa Jepang* 8, no. 1 (2022): 45–56.

Schmidt, Denise A, Evrim Baran, Ann D Thompson, Punya Mishra, Matthew J Koehler, and Tae S Shin. “Technological Pedagogical Content Knowledge ( TPACK ): The Development and Validation of an Assessment Instrument for Preservice Teachers.” *Journal of Research on Technology in Education* 42, no. 2 (2009): 123–49.

Setiawan, Cruisietta Kaylana, and Sri Yanthy Yosepha. “Pengaruh Green Marketing Dan Brand Image Terhadap Keputusan

- Pembelian Produk The Body Shop Indonesia.” *Jurnal Ilmiah M-Progress* 10, no. 1 (2020): 1–9.
- Shafira, Denisa Alfaneanda, and Minsih. “Blended Learning Dengan Desain Pembelajaran TPACK Pada Tatap Muka Terbatas Di Sekolah Dasar.” *Jurnal Basicedu* 6, no. 3 (2022): 4622–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2914> ISSN.
- Shaughnessy, Michael E. “An Interview with E . Paul Torrance : About Creativity.” *Educational Psychology Review* 10, no. 4 (1998): 441–52. <https://www.jstor.org/stable/23359472>.
- Shulman, Lee S. “Those Who Understand : Knowledge Growth in Teaching.” *Educational Researcher* 15, no. 2 (1986): 4–14.
- Simanjuntak, Maria Dewi Ratna. “Membangun Keterampilan 4 C Siswa Dalam Menghadapi Revolusi Industri 4.0.” *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Ilmu Sosial Universitas Negeri Medan* 3 (2019): 921–29. <http://semnasfis.unimed.ac.id>.
- Sriyanto, Budi. “Meningkatkan Keterampilan 4C Dengan Literasi Digital Di SMP Negeri 1 Sidoharjo.” *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar* 5, no. 1 (2021): 125–42. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v5i1.291>.
- Sugiharti, Sindi, and Muhamad Kurnia Sugandi. “Laboratorium Virtual : Media Praktikum Online Untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Di Masa Pandemi.” *Seminar Nasional Pendidikan*, 2020, 45–51.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2017.
- Sulistyaningrum, Heny, Anggun Winata, and Sri Cacik. “Analisis Kemampuan Awal 21st Century Skills Mahasiswa Calon Guru SD.” *JJPDN: Jurnal Pendidikan Dasar Nusantara* 5, no. 1 (2019): 142–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.29407/jpdn.v5i1.13068>.
- Supardi. *Statistik Penelitian Pendidikan: Perhitungan, Penjelasan, Penafsiran, Dan Penarikan Kesimpulan*. Depok: Raja Grafindo Persada, 2017.

- Supriyadi, Lidya Anna, and Yohanes Edi Gunanto. "A Case Study: Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) of Pre-Service Physics Teacher to Enhance the 4C's Skills During Online Learning." *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 7, no. 4 (2021): 660–68. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v7i4.789>.
- Suryanto, Rahmat, Riswandi, and Helmy Fitriawan. "Pengembangan Sumber Belajar E-Learning Berbasis Blog Pada Pembelajaran Biologi SMA." *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan* 4, no. 6 (2022): 7503–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i6.3921>.
- Susilawati, Wati, Tutut Widiastuti, and Ridha Abdullah. "Pelatihan Desain Technological Pedagogical, Content Knowledge Pembelajaran Matematis Menuju Pendidik Profesional." *Jurnal Pengabdian Masyarakat JPM Wikrama Parahita* 6, no. 1 (2022): 98–106. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-7918-2.ch016>.
- Suyanto, Joko, Mohammad Masykuri, and Sarwanto Sarwanto. "Analisis Kemampuan TPACK (Technolglcal, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah." *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA* 9, no. 1 (2020): 44–53. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i1.41381>.
- Turmuzi, Muhammad, and Eka Kurniawan. "Kemampuan Mengajar Mahasiswa Calon Guru Matematika Ditinjau Dari Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Pada Mata Kuliah Micro Teaching." *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika* 5, no. 3 (2021): 2484–98. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i3.881>.
- Wijayanto, Santosa, Jazuli Mukhtar, and Ghema Nusa Persada. "Peran Microsoft Office Dalam Dunia Pendidikan Pada Smp Muhammadiyah Parakan." *Jurnal Abdimas Patikala* 1, no. 4 (2022): 365–69. <https://etdci.org/journal/patikala/>.
- Wirantini, Ni Putu Novia, I Gede Astawan, and I Gede Margunayasa. "Media Pembelajaran Berbasis Multimedia Interaktif Pada Topik Siklus Air." *Jurnal Edutech Undiksha* 10, no. 1 (2022): 42–51. <https://doi.org/10.23887/jeu.v10i1.46558>.
- Yasiro, Luluk Rachmatul, Fitria Eka Wulandari, and Fahmi. "Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Dalam Menyelesaikan Soal

Pada Materi Pemanasan Global Berdasarkan Prestasi Siswa.”  
*Journal of Banua Science Education* 1, no. 2 (2021): 69–72.  
<http://jbse.ulm.ac.id/index.php/JBSE>.

Yulianti, D., N. R. Utami, S. Ridloand, and B. Isdaryanti.  
“Measurement of TPACK Self-Efficacy for Pre-Service Science  
Teachers.” *Journal of Physics: Conference Series* 1918, no. 5  
(2021). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/5/052084>.

Zahwa, Iana, Sigit Saptano, and Pramesti Dewi. “The Interrelation  
Among Course Mastery, Technology Integration Self Efficacy,  
and Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) of  
Prospective Science Teachers.” *Journal of Innovative Science  
Education* 10, no. 1 (2021): 109–16.  
<https://doi.org/10.15294/jise.v9i2.40177>.

