

Interactive Digital Teaching Material Konsep Metabolise dalam Meningkatkan Kemampuan Decision Making dan Problem Solving

Cita Tresnawati^{1,5}, Adi Rahmat^{2*}, Taufik Rahman³, Kusnadi⁴
^{1,2,3,4} Program Studi Pendidikan IPA, Universitas Pendidikan Indonesia
⁵ Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pasundan Bandung

Jalan Tamansari No 6-8 Bandung

*Corresponding author: adirahmat@upi.edu

Abstrak

Pembelajaran digital telah memberikan peran penting dalam menjembatani belajar konsep, media ini dirancang dengan memfokuskan pada aktivitas belajar yang dapat mengarahkan pada kemampuan berpikir. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi efektivitas penggunaan media *Interactive Digital Teaching Material* (IDTM) dalam meningkatkan kemampuan *decision making* dan *problem solving* mahasiswa konsep metabolisme. Penelitian ini menggunakan desain pre-eksperimen *one group pretest-posttest*, dengan subjek sebanyak 36 mahasiswa semester III di Program Studi Pendidikan Biologi. Kemampuan pengambilan keputusan dan pemecahan masalah diukur melalui aktivitas mahasiswa dalam menyelesaikan studi kasus yang tersedia pada IDTM. Instrumen yang digunakan instrumen lembar kerja mahasiswa dan instrumen test masing-masing sebanyak 2 soal. Hasil menunjukkan kemampuan pengambilan keputusan dan pemecahan masalah memperoleh nilai n-gain 56,19 dan 56,25 pada kriteria cukup efektif dan pada taraf signifikansi ($\alpha 0,05$) IDTM memberikan peningkatan yang sangat signifikan. Hal tersebut menunjukkan pembelajaran melalui IDTM mengarahkan aktivitas pembelajaran seperti mengamati, mendeskripsikan tabel, mendiskusikan berbagai variabel, menganalisis hubungan antara faktor penyebab dan variabel, mengevaluasi data, mengidentifikasi pola, serta membuat kesimpulan ilmiah. Belajar melalui fitur studi kasus di IDTM membantu mahasiswa mengintegrasikan pengetahuan teoretis dengan konteks nyata, meningkatkan keterampilan analitis, evaluatif, kolaboratif sehingga berpotensi menjadi media pembelajaran efektif untuk mengembangkan kemampuan *decision making* dan *problem solving*.

Kata Kunci : *Decision Making, Interactive Digital Teaching Material, Konsep Metabolisme, Problem Solving*

Abstract

Digital learning has played an important role in bridging conceptual learning, this media is designed by focusing on learning activities that can lead to thinking skills. This study aims to explore the effectiveness of using *Interactive Digital Teaching Material* (IDTM) media in improving students' decision-making and problem-solving abilities in metabolism. This study used a pre-experimental one-group pretest-posttest design, with 36 subjects in the third semester of the Biology Education Study Program. Decision-making and problem-solving abilities were measured through student activities in completing case studies available on IDTM. The instruments used: student worksheet instrument and test instrument, each with 2 questions. The results showed that decision-making and problem-solving abilities obtained n-gain values of 56.19 and 56.25 in the fairly effective criteria and at the significance level ($\alpha 0.05$) IDTM provided a very significant increase. This shows that learning through IDTM directs learning activities such as observing, describing tables, discussing various variables, analyzing the relationship between causal factors and variables, evaluating data, identifying patterns, and making scientific conclusions. Learning through the case study feature in IDTM helps students integrate theoretical knowledge with real contexts, improving analytical, evaluative, and collaborative skills so that it has the potential to be an effective learning medium for developing decision-making and problem-solving skills.

Keywords: *Decision Making, Interactive Digital Teaching Material, Metabolism Concept, Problem Solving*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan media pembelajaran saat ini semakin menunjukkan tingkat efektivitasnya sebagai alat bantu dalam belajar dan mengajar, khususnya di era teknologi pembelajaran berbantuan digital menjadi tren dan memberikan pengalaman belajar yang menyenangkan. Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa teknologi digital seperti *augmented reality* (AR) efektif dalam meningkatkan pengalaman belajar, prestasi akademik, dan keberhasilan siswa. Selain itu, teknologi ini juga dapat mempengaruhi perubahan sikap siswa terhadap pelajaran biologi (Weng *et al.*, 2020, Çeken & Taşkın, 2022). Prestasi akademik dan kepuasan mahasiswa dalam pembelajaran dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti latar belakang, pengalaman, dan interaksi. Selain itu, kemampuan siswa dalam menerapkan, mengingat, memahami, dan menganalisis materi juga berhubungan dengan hasil akademik yang dicapai (Abuhassna *et al.*, 2020). Riset lain mengungkapkan Kerangka Literasi Media Digital mencakup tiga aspek utama yaitu : konseptual, fungsional, dan audiovisual. Taksonomi ini membantu pendidik merancang tugas sesuai kemampuan mahasiswa dan mengembangkan literasi media digital secara bertahap dalam kurikulum (Reyna *et al.*, 2017). Media digital dapat menjadi solusi untuk mengatasi kebosanan dan meningkatkan motivasi siswa dalam belajar sains (Buranasinvattanakul, 2024).

Namun beberapa studi tentang evaluasi multimedia lebih fokus pada hasil penelitian dari pada proses pembelajarannya (Abdulrahman *et al.*, 2020). Terdapat tiga aspek yang harus diperbaiki dalam pembelajaran digital, yaitu aspek partisipasi, kolaborasi, dan konstruksi pengetahuan masih perlu ditingkatkan melalui penelitian dan pengembangan (Awidi & Paynter, 2024). Pembelajaran dengan digital *games* kurang terhubung dengan proses sosial dan keterampilan konseptual yang penting untuk belajar. Walaupun meningkatkan motivasi dan kepuasan siswa dalam belajar (Ravenscroft & McAlister, 2006). Gangguan digital seperti penggunaan media sosial, aplikasi pesan, dan email di luar tugas sangat memengaruhi kinerja

siswa, terutama di kelas laboratorium. Untuk itu perlu merancang strategi yang meningkatkan kesadaran siswa terhadap dampak negatif gangguan ini, serta mendorong pengaturan diri dan motivasi untuk mengoptimalkan penggunaan teknologi secara efektif dan berkelanjutan dalam pendidikan (Pérez-Juárez *et al.*, 2023). Sistem evaluasi yang diterapkan pada saat pembelajaran menggunakan digital harus menetapkan standar kualitas yang jelas dan dirancang agar dapat disesuaikan dengan berbagai situasi, sehingga dapat meningkatkan mutu pendidikan digital di berbagai tempat (MacDonald *et al.*, 2024). Kendala lainnya koneksi Wi-Fi yang tidak stabil memengaruhi efektivitas pembelajaran (Jhon R & Prestoza, 2024). Desain pembelajaran digital yang beragam dapat memberikan dampak positif maupun negatif terhadap beban kognitif siswa, khususnya beban kognitif tambahan yang tidak relevan (*extraneous cognitive load*). Namun faktor-faktor lainnya seperti media interaktif, realisme visual, dan elemen emosional dalam pembelajaran digital bisa meningkatkan keterlibatan dan motivasi belajar, tetapi juga berpotensi menguras kapasitas kognitif siswa sehingga dapat menghambat proses belajar yang efektif (Skulmowski & Xu, 2022).

Banyak penelitian tentang pembelajaran berbantuan teknologi digital telah membuka peluang yang baik, namun belum memberikan solusi yang tepat saat siswa mempelajari konsep biologi yang abstrak dan kompleks. Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi materi yang dianggap sulit untuk dipelajari pada pembelajaran biologi sel diantaranya konsep metabolisme sel (Tresnawati *et al.*, 2022). Khususnya topik metabolisme sel, yang merupakan topik fundamental dalam disiplin rekayasa biokimia, dapat disimulasikan menggunakan model metabolik yang sudah tersedia untuk banyak organisme (Chaves *et al.*, 2022). Siswa mengalami kesulitan mempelajari beberapa topik biologi, seperti siklus materi, sistem endokrin, respirasi aerobik, pembelahan sel, serta gen dan kromosom, karena topik tersebut dianggap abstrak dan kompleks. Untuk mengatasi hal ini, disarankan agar pembelajaran lebih menarik dengan menggunakan materi visual, praktik langsung,

dan menghubungkan konsep biologi dengan kehidupan sehari-hari (Çimer, 2012).

Topik biologi mencakup berbagai tingkatan organisasi kehidupan, dari molekuler hingga biosfer. Siswa sering kesulitan untuk mengaitkan fenomena pada tingkat makroskopis dengan penjelasan mikroskopisnya (Treagust et al., 2013). Beberapa peneliti yang membahas konsep dasar seperti fotosintesis dan respirasi seluler, serta berbagai kesulitan yang dihadapi siswa dalam memahami interaksi antarproses tersebut, siswa mengalami kebingungan antara konsep "makanan" dan "energi," terutama terkait peran ATP. Sering kali, mereka sulit memahami bahwa fotosintesis menghasilkan molekul penyimpan energi (glukosa) yang dapat dipecah dalam respirasi seluler untuk menghasilkan ATP sebagai energi yang dapat digunakan oleh sel (Treagust et al., 2013). Masalah lainnya dalam pendidikan sains di tunjukkan pada kurikulum yang sering tidak mencerminkan kompleksitas dan tantangan yang dihadapi ilmuwan, sehingga siswa melihat sains sebagai sesuatu yang tidak problematis dan kurangnya narasi tentang perjuangan dalam membangun pengetahuan ilmiah sehingga menghambat pemahaman siswa tentang sifat dinamis sains (Duschl, 2020).

Beberapa permasalahan siswa dalam pembelajaran biologi tersebut salah satunya keterbatasan dalam mengembangkan kemampuan kognitif dan kemampuan berpikir tingkat tinggi, diantaranya kemampuan dalam pengambilan keputusan dan pemecahan masalah. Beberapa peneliti mengidentifikasi permasalahan siswa dalam "*decision making*" yang diantaranya 1). *Efek Framing* : Cara kita membingkai atau memandang keputusan bisa mengubah cara kita memilih. Misalnya, memandang suatu pilihan sebagai "harus dilakukan" dibanding "ingin dilakukan" akan memengaruhi keputusan kita. 2). Keterbatasan alternatif : faktor seperti pengetahuan, pengalaman, dan waktu yang tersedia bisa mengurangi jumlah alternatif yang kita pikirkan, sehingga membuat pilihan lebih sempit. 3). Bias dalam menilai alternatif : kita cenderung memilih alternatif yang mudah diingat atau sering muncul dalam pikiran, meskipun itu bukan pilihan terbaik (Minda, 2015). Adapun

beberapa permasalahan yang dihadapi dalam memecahkan masalah adalah: 1). Kesulitan dalam mengidentifikasi data yang relevan, 2. Kesulitan dalam menggabungkan informasi yang tidak terkait, 3). Kesalahan dalam mengaitkan masalah baru dengan pengalaman sebelumnya, 4). Pengabaian terhadap langkah-langkah sistematis, 5). Keterbatasan dalam menganalisis dan memeriksa solusi. 6). Ketergantungan pada tebakan atau pendekatan sederhana (Butterworth & Thwaites, 2013).

Beberapa penelitian lain mengungkapkan bahwa Penerapan *Case-Based Learning* (CBL) dalam pembelajaran biokimia telah berhasil melatih *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) dengan kategori tingkat tinggi diantaranya memfasilitasi penggunaan keterampilan berpikir tingkat tinggi (menganalisis, mensintesis, dan mencipta), siswa terlibat dalam pembelajaran secara aktif dan kolaboratif mampu mengubah peran dosen dari mentransfer ilmu menjadi memfasilitasi pembelajaran aktif mahasiswa yang lebih konstruktif dan bermakna (Wikanta & Susilo, 2022).

Berkembangnya penelitian dalam pendidikan menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan dalam Pembelajaran biologi sel dan molekuler diantaranya melalui membaca dan menintegrasikan ke dalam *multiple biology teks* (Firetto & Van Meter, 2018), *multimedia interactive E-books* (Morris & Lambe, 2017). Merepresentasikannya ke dalam bentuk visual, diagram dan polygonal model (Kottmeyer et al., 2020) Representasi eksternal pada tingkat makroskopik dan submikroskopik (Torkar et al., 2018). Beberapa peneliti abad-21 menggunakan berbagai media pembelajaran dan mengungkapkan laboratorium virtual terbukti efektif dalam pengajaran biologi, terutama dalam topik-topik abstrak seperti biologi sel dan molekuler. Laboratorium virtual meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan laboratorium, serta motivasi dan sikap siswa terhadap biologi, sehingga disarankan untuk digunakan secara luas dalam pendidikan biologi (Byukusenge et al., 2022). Peneliti lainnya mengatakan pengajaran biologi sel sebaiknya dirancang secara bertahap dengan tingkat kompleksitas yang meningkat. Berbagai strategi pengajaran dapat digunakan

untuk membuat topik ini menarik dan mudah dipahami, termasuk: bermain peran untuk menjelaskan kompleksitas sel, studi kasus, pengajaran interaktif, dan kerja tim, *Concept mapping* untuk memetakan konsep, penggunaan analogi dan metafora serta aktivitas laboratorium untuk meningkatkan pemahaman siswa (Kostas & Reiss, 2018)

Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa karakteristik *Interactive Digital Teaching Material* (IDTM) mampu menjembatani interaksi mahasiswa dalam belajar konsep menjadi lebih menyenangkan, mandiri dan terstruktur. Beberapa aktivitas mampu mendorong mahasiswa untuk mencoba, mengulangi, menganalisis dan mengaitkan dengan ide baru, *Feed beck* positif pada proses kognitif seperti proses *Acquire and Integrate Knowledge, Extend and Refine Knowledge* serta *Using Knowledge Meaningfully* mengalami peningkatan (Tresnawati et al., 2024).

Meskipun penelitian sebelumnya telah menyoroti peran *interactive digital teaching material* (IDTM) di pendidikan tinggi, dan semakin berkembangnya media pembelajaran namun belum ditemukan penelitian yang secara khusus menganalisis media *interactive digital teaching material* pada studi kasus konsep metabolise dalam mengukur kemampuan *decision making dan problem solving*. Berdasarkan hal tersebut diperlukan penelitian yang secara spesifik yang membahas secara mendalam proses dan aktivitas pembelajaran, sehingga diharapkan dapat mengungkap kemampuan *decision making and problem solving* mahasiswa biologi. Berdasarkan hal tersebut maka rumusan masalah pada penelitian ini “Bagaimana *Interactive Digital Teaching Material* pada konsep metabolise dapat meningkatkan kemampuan pengambilan keputusan dan pemecahan masalah?”.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Praksiperimen* dengan desain *One Group Pretest-Posttest design*. Desain ini dipilih untuk mengukur peningkatan kemampuan *decision making dan problem solving* mahasiswa setelah

pembelajaran dengan menggunakan IDTM (*Interactive Digital Teaching Material*). Pada penelitian ini secara rinci peneliti menganalisis kemampuan mahasiswa menggunakan pengetahuan yang telah dimilikinya dalam menyelesaikan permasalahan pada salah satu kasus yang disajikan di IDTM. Adapun kemampuan yang diukur adalah kemampuan mengambil keputusan, dan menyelesaikan permasalahan. Teknik yang digunakan dalam pengambilan sampel adalah *purposive sampling* dimana peneliti mengambil kelas tersebut berdasarkan pertimbangan bahwa mahasiswa sudah mendapatkan pembelajaran pada konsep metabolisme menggunakan IDTM (*interactive digital teaching material*). Berikut adalah desain pembelajarannya :

$$O1 \rightarrow X \rightarrow O2$$

Keterangan:

- O1: *Pre-test*
- X: Perlakuan (penggunaan media pembelajaran digital interaktif)
- O2: *Post-test*

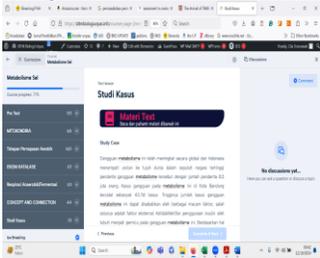
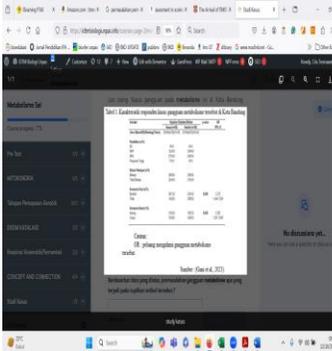
Partisipan dalam penelitian ini sebanyak 36 mahasiswa semester III Program Studi Pendidikan Biologi di salah satu Perguruan Tinggi Swasta di Bandung. Adapun jumlah mahasiswa perempuan sebanyak 36 orang dan tidak terdapat mahasiswa laki laki, dengan range usia 20-21 tahun.

Pembelajaran dilaksanakan sebanyak 2x pertemuan pada konsep metabolisme. Pembelajaran ini menggunakan IDTM (*Interactive digital teaching material*) berbasis web dengan mengadaptasi Framework dari dimensi belajar Marzano khususnya *Knowledge Meaningfully* (Menggunakan Pengetahuan secara Bermakna) dengan kemampuan yang diukur adalah kemampuan mengambil keputusan dan menyelesaikan permasalahan. Pada pembelajaran ini masiswa mengikuti aktivitas dengan langkah-langkah sebagai berikut : 1) Mahasiswa belajar berkelompok untuk menganalisis materi yang di sajikan di fitur studi kasus di IDTM pada materi gangguan metabolisme, 2). Mahasiswa di minta

untuk memahami teks dan tabel serta menjawab pertanyaan di kolom diskusi, 3) Mahasiswa berdiskusi untuk memecahkan permasalahan yang berhubungan dengan metabolisme. 4) mahasiswa menjawab pertanyaan diantaranya 1). Bagaimana gangguan [metabolisme](#) tersebut dapat

terjadi? 2). Faktor apa yang menyebabkan gangguan [metabolisme](#) tersebut? 3). Apa saja gejala yang ditimbulkan jika seseorang mengalami gangguan [metabolisme](#) tersebut? 4). Bagaimana upaya pencegahan yang dapat dilakukan agar seseorang tidak mengalami

Tabel 1. Pembelajaran Studi Kasus yang Disajikan di IDTM

Tabel of content	Fitur studi di IDTM	Kemampuan yang di ukur	Permasalahan yang disajikan	Pertanyaan
Studi kasus	<p>Disajikan teks</p>  <p>Disajikan tabel</p> 	<ol style="list-style-type: none"> Mengambil keputusan (decision making) Menyelesaikan permasalahan (Problem-solving) 	<p>Menyajikan wacana :</p> <p>Gangguan metabolisme meningkat secara global, dengan Indonesia berada di peringkat ketujuh dunia, mencatat 8,5 juta penderita. Di Kota Bandung, terdapat 43.761 kasus, yang sebagian besar dipicu oleh ketidakmampuan tubuh menggunakan insulin secara efektif. perhatikan tabel dibawah ini!</p> <p>Tabel 1. Karakteristik responden kasus gangguan metabolisme tersebut di Kota Bandung</p>	<p>Pertanyaan pendahuluan</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Bagaimana gangguan metabolisme tersebut dapat terjadi? 2. Faktor apa yang menyebabkan gangguan metabolisme tersebut? 3. Apa saja gejala yang ditimbulkan jika seseorang mengalami gangguan metabolisme tersebut? <p>Pertanyaan decision making</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Bagaimana upaya pencegahan yang dapat dilakukan agar seseorang tidak mengalami gangguan metabolisme tersebut ? <p>Pertanyaan menyelesaikan permasalahan</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Kembangkan rencana komprehensif untuk mengatasi gangguan metabolisme tersebut ?

Variabel	Kasus Diabetes Mellitus		p-value	OR
	Kasus (n=53)	Kontrol (n=53)		
Umur (Mean±SD)(tahun)	(26.36±5.51)(15-35)	(31.66±5.51)(19-42)		89% CI
Pendidikan (n%)				
SD	46,0	46,0		
SNP	1324,0	2346,0		
SDS	2754,0	2040,0		
Penggunaan Tengg	714,0	363,0		
Status Pekerjaan (n%)				
Bekerja	2950,0	2050,0		
Tidak Bekerja	2244,0	2142,0		
Konsumsi Gula (n%)				
Berkah	3872,0	2244,0	0,008	3,273
Tidak	1408,0	2658,0		1,4247,824
Konsumsi Serat (n%)				
Kurang	3142,0	1632,0	0,006	3,367
Cukup	1938,0	3468,0		1,6217,966

Intrumen penelitian terdiri dari instrumen lembar kerja mahasiswa (LKM) dan instrumen test essay. Adapun untuk instrumen dan rubrik instrumen dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 2. Instrumen Penelitian

No	Indikator using knowledge	Jumlah soal	
		Instrumen lembar kerja mahasiswa terintegrasi di IDTM	Instrumen test
1	Decision making	1 soal essay	1 soal essay
2	Problem Solving	1 soal essay	1 soal essay

Tabel 3. Rubrik penilaian essay

Skor	Kriteria	Interpretasi
100-75	Jawaban yang diberikan jelas, fokus, dan akurat. Poin-poin yang relevan dikemukakan (berhubungan dengan pertanyaan dalam soal) untuk mendukung jawaban yang diberikan. Hubungan antara jawaban dengan soal tergambar secara jelas.	Tinggi
75-50	Jawaban yang diberikan jelas dan cukup fokus, namun kurang lengkap. Contoh-contoh yang diberikan terbatas. Keterkaitan antara jawaban dengan soal kurang jelas	Sedang
50-25	Jawaban yang diberikan kurang sesuai dengan apa yang dimaksudkan dalam soal, berisi informasi yang tidak akurat, atau menunjukkan kurangnya penguasaan terhadap materi. Poin-poin yang diberikan tidak jelas, tidak memberikan contoh yang mendukung	Rendah
25-0	Jawaban yang diberikan tidak sesuai/relevan dengan apa yang ditanyakan, atau tidak memberi jawaban	Sangat rendah

Skor telah dikonversi dari satuan ke ratusan sesuai kebutuhan peneliti (Stiggins, 1994:152-153)

Data disajikan dalam skala interval dengan pengelompokan berdasarkan urutan sekaligus memberikan informasi dari beberapa variabel yang berbeda. Kemudian data diolah dan dianalisis melalui beberapa tahapan diantaranya : 1) pengumpulan data untuk memastikan data yang terkumpul lengkap dan sesuai dengan skala yang digunakan 2).

Pemeriksaan data untuk mengecek keakuratan dan mengidentifikasi jika ada data yang hilang, 3). Membuat pengelompokan berdasarkan item pengukuran dengan menggunakan *microsoft excell*, 4). Menghitung, menjumlah dan membuat presentase dari item pengukuran, 5). Melakukan perhitungan dengan menggunakan statistik parametrik *one sample t test* 6). Data hasil pengujian statistik kemudian diinterpretasikan untuk melihat peningkatan pada vatiabel terikat, 7). Mendeskripsikan data dalam bentuk diagram batang, 7) analisis dan interpretasi hasil, 8) menyimpulkan hasil Sugiyono (2013).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kemampuan Decision Making Mahasiswa

Kemampuan pengambilan keputusan (*decision making*) dan pemecahan masalah (*problem solving*) mahasiswa diukur melalui kegiatan mahasiswa dalam melakukan studi kasus gangguan metabolisme yang tersedia pada IDTM. Berikut adalah topik studi kasus yang disajikan di IDTM

Case Study

Gangguan metabolisme ini telah meningkat secara global dan Indonesia menempati urutan ke tujuh dunia dalam sepuluh negara tertinggi penderita gangguan metabolisme tersebut dengan jumlah penderita 8,5 juta orang. Kasus gangguan pada metabolisme ini di Kota Bandung tercatat sebanyak 43.761 kasus. Tingginya jumlah kasus gangguan metabolisme ini dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor, salah satunya adalah faktor eksternal. Ketidakefektifan penggunaan insulin oleh tubuh menjadi pemicu pada gangguan metabolisme ini. Berdasarkan hal tersebut, perhatikan tabel dibawah ini!

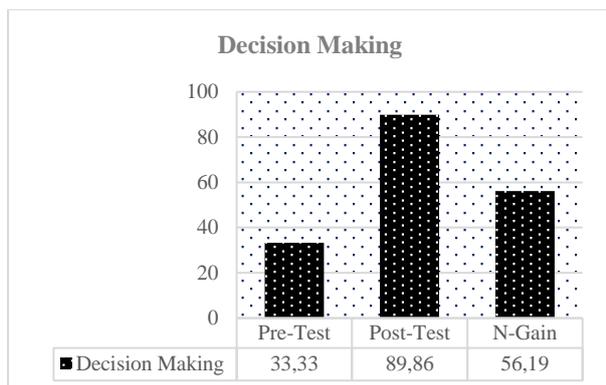
Tabel 1. Karakteristik responden kasus gangguan metabolisme tersebut di Kota Bandung

Variabel	Kejadian Diabetes Mellitus		p-value	OR 95% CI
	Kasus (n=50)	Kontrol (n=50)		
Umur (Mean±SD)(Rentang)(Tahun)	(28.80±5.83)(19-39)	(31.66±6.63)(18-42)		
Pendidikan (n%)				
SD	4/8.0	4/8.0		
SMP	12/24.0	23/46.0		
SMA	27/54.0	20/40.0		
Penguan Tinggi	7/14.0	3/6.0		
Status Pekerjaan (n%)				
Bekerja	28/56.0	29/58.0		
Tidak Bekerja	22/44.0	21/42.0		
Konsumsi Gula (n%)			0.008	3.273 1.424-7.524
Berlebih	36/72.0	23/46.0		
Tidak	14/28.0	28/56.0		
Konsumsi Serat (n%)			0.005	3.367 1.521-7.905
Kurang	31/62.0	16/32.0		
Cukup	19/38.0	34/68.0		

Gambar 1. Fitur Studi Kasus

Gambar 1. Menyajikan studi kasus yang tersedia di IDTM, yang kemudian mahasiswa berdiskusi untuk memecahkan permasalahan

tersebut. Hasil aktivitas mahasiswa pada saat berinteraksi dengan media IDTM dan perolehan hasil nilai kemampuan pengambilan keputusan (*decision making*) di adaptasi dari *dimension of learning framework Marzano* pada dimensi 4 yaitu *Knowledge Meaningfully* (Menggunakan Pengetahuan secara Bermakna) dengan indikator kemampuan mengambil keputusan, Secara detail di jabarkan pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Kemampuan *Decision Making*

Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan kemampuan mahasiswa menggunakan pengetahuan sebelumnya dalam mengambil keputusan yang berhubungan dengan kasus metabolisme menunjukkan nilai N-gain 56.19 dengan kategori sedang, dan berdasarkan hasil perhitungan statistik *uji wilcoxon* pada taraf signifikasi ($\alpha = 0,000 < 0,05$) mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Hal ini menunjukkan proses pembelajaran menggunakan menggunakan IDTM sebelumnya memberikan pengetahuan yang cukup baik dalam menyelesaikan studi kasus yang berhubungan dengan proses metabolisme.

Studi kasus yang terdapat di IDTM dilatih untuk menganalisis wacana yang kemudian diminta memahami teks dan tabel dengan menjawab pertanyaan di kolom diskusi. Untuk menilai kemampuan tersebut mahasiswa di minta untuk menjawab beberapa pertanyaan berkaitan dengan kemampuan dalam pengambilan keputusan diantaranya “Bagaimana upaya pencegahan yang dapat dilakukan agar seseorang tidak mengalami gangguan metabolisme tersebut”. Hasil analisis menunjukkan mahasiswa mampu memberikan jawaban yang berkembang terkait upaya pencegahan diantaranya hidup sehat, pola makan, olah raga, mengelola berat badan,

cukup tidur, mengelola stres dan rutin memeriksa kesehatan. Hal ini berkorelasi positif pada saat mahasiswa diberikan *soal post-test* tentang upaya pencegahan yang dapat dilakukan agar seseorang terhindar dari keracunan sianida, serta langkah-langkah pertolongan pertama yang dapat dilakukan dalam situasi keracunan sianida. Mahasiswa dapat menghubungkan *concept* dengan kasus yang dihadapi. Berdasarkan data tersebut mahasiswa mampu mengembangkan kemampuan mengambil keputusan dengan jawaban yang diberikan jelas, fokus, dan akurat. Poin-poin yang relevan dikemukakan (berhubungan dengan pertanyaan dalam soal) untuk mendukung jawaban yang diberikan. Hubungan antara jawaban dengan soal tergambar secara jelas.

Pada saat pembelajaran teridentifikasi mahasiswa mengamati dan mendeskripsikan tabel kejadian diabetes melitus yang terjadi pada kelas eksperimen dan kelas kontrol kemudian mendiskusikan faktor penyebab gangguan tersebut. Kemudian mahasiswa mendiskusikan berbagai variabel pengukuran yang mengakibatkan gejala tersebut. Pada bagian ini IDTM yang menyajikan fitur studi kasus mendorong mahasiswa untuk berdiskusi dan menganalisis hubungan antara faktor penyebab dan variabel pengukuran yang memengaruhi gejala diabetes melitus. Mahasiswa diarahkan untuk mengevaluasi data pada tabel yang disajikan, mengidentifikasi pola, serta membuat kesimpulan ilmiah berdasarkan hasil diskusi.

Dalam proses ini, IDTM (*Interactive Digital Teaching Material*) berperan penting dalam memfasilitasi eksplorasi mandiri dan kolaborasi kelompok. Fitur studi kasus membantu mahasiswa memahami konteks nyata dari gangguan metabolisme dan relevansinya dengan teori yang telah dipelajari. Selain itu, diskusi yang terarah mendorong mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, mengintegrasikan berbagai informasi, dan mengevaluasi solusi potensial untuk mengatasi masalah tersebut. Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya memperkuat pemahaman mahasiswa tentang konsep gangguan metabolisme, tetapi juga membangun keterampilan investigasi ilmiah dan pengambilan keputusan berbasis data yang dapat diterapkan dalam situasi nyata.

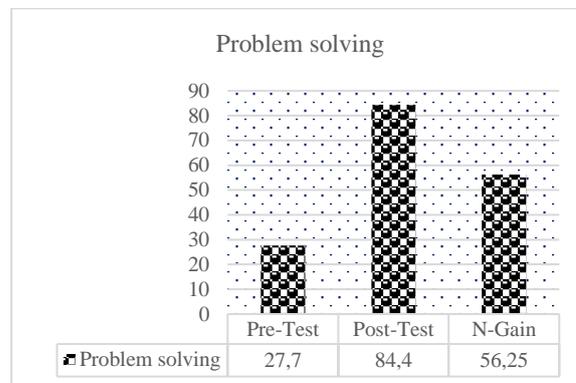
Berdasarkan hasil pengamatan saat proses pembelajaran melalui IDTM diantaranya : 1) mahasiswa diberikan pengalaman langsung belajar dengan menganalisis studi kasus yang kaitannya dengan materi yang sudah dipelajari, 2). mahasiswa dilatih untuk mengidentifikasi masalah dan mencari solusi berdasarkan pengetahuan yang telah dimiliki; 3). pembelajaran berbasis kasus membantu mahasiswa mengembangkan kemampuan analitis dan evaluatif dalam konteks nyata; dan 4). Proses pembelajaran yang interaktif mendorong mahasiswa untuk aktif dalam diskusi dan pemecahan masalah.

Decision making memiliki hubungan erat dengan kemampuan berpikir kritis karena berperan penting dalam mengambil keputusan yang tepat. Menurut framework pengembangan keterampilan berpikir kritis dari *Australian Council for Educational Research (ACER)*, berpikir kritis adalah proses analisis dan evaluasi informasi secara logis untuk menghasilkan pemahaman atau pengetahuan baru yang dapat diaplikasikan dalam pengambilan keputusan efektif (Heard et al., 2020). Menurut definisi Ennis, berpikir kritis mencakup penilaian untuk menentukan tindakan atau keyakinan tertentu dan proses pengambilan keputusan yang melibatkan pemahaman masalah, pemilihan kriteria, formulasi solusi, dan evaluasi opsi (Ennis, 1993). Pengambilan keputusan pada dasarnya berfokus pada upaya untuk mengurangi ketidakpastian, meminimalkan risiko, dan memaksimalkan manfaat (Minda, 2015). Pengambilan keputusan dalam sains adalah proses dinamis yang melibatkan integrasi antara penalaran logis, analisis bukti, dan nilai-nilai sosial serta epistemik. Proses ini tidak hanya mengandalkan penemuan fakta melalui eksperimen, tetapi juga mencakup evaluasi kritis terhadap bukti, revisi model, dan pengembangan teori (Duschl, 2020).

2. Kemampuan Problem solving Mahasiswa

Kemampuan mahasiswa selanjutnya adalah kemampuan memecahkan permasalahan yang berhubungan dengan kasus metabolisme. Hasil aktivitas mahasiswa pada saat berinteraksi dengan media IDTM dan perolehan hasil nilai kemampuan *Problem solving* (memecahkan masalah) yang adaptasi dari *dimension of learning framework Marzano* pada dimensi 4

yaitu *Knowledge Meaningfully* (Menggunakan Pengetahuan secara Bermakna), Secara detail hasil perhitungan di jabarkan pada gambar 3 berikut ini :



Gambar 3. Kemampuan *Problem Solving*

Berdasarkan gambar tersebut menunjukkan kemampuan mahasiswa menggunakan pengetahuan sebelumnya dalam memecahkan permasalahan yang berhubungan dengan kasus metabolisme menunjukkan nilai N-gain 56.25 dengan kategori sedang, dan berdasarkan hasil perhitungan statistik *uji wilcoxon* pada taraf signifikasi ($\alpha = 0,05$) mengalami peningkatan yang sangat signifikan ($0,00 < 0,05$). Hal ini menunjukkan proses pembelajaran menggunakan menggunakan IDTM sebelumnya memberikan pengetahuan yang cukup baik dalam menyelesaikan studi kasus yang berhubungan dengan proses metabolisme.

Pada bagian ini mahasiswa dilatih untuk mengembangkan rencana komprehensif untuk mengatasi gangguan metabolisme. Hasil menunjukkan kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan permasalahan teridentifikasi mampu mengembangkan pemahaman dengan jelas, fokus, dan akurat. Poin-poin yang relevan dikemukakan (berhubungan dengan pertanyaan dalam soal) untuk mendukung jawaban yang diberikan. Hubungan antara jawaban dengan soal tergambar secara jelas. Seperti pendekatan multidisiplin yang mencakup gaya hidup, pengelolaan medis dan edukasi berkelanjutan, pola makan sehat, rendah gula dan serat tinggi. Selain itu juga aktivitas fisik dan pengaturan berat badan. Beberapa jawaban mengarah pada terapi gen dan transplantasi organ. Pengembangan kemampuan pemecahan masalah secara komprehensif teridentifikasi

pada bagian dimana mahasiswa dapat menentukan solusi untuk mengatasi permasalahan gangguan metabolisme dari aspek pengaturan pola makan, aktivitas fisik, pengelolaan obat, dan perubahan gaya hidup yang relevan untuk memperbaiki parameter metabolisme pasien.

Proses pembelajaran menggunakan IDTM pada bagian studi kasus ini melibatkan komponen pemecahan masalah yang membutuhkan solusi orisinal mengingat maraknya kasus gangguan metabolisme yang berefek pada penyakit diantaranya diabetes militus. Pada bagian ini mahasiswa berdiskusi dengan mengidentifikasi tabel kejadian diabetes militus pada variabel pendidikan jenjang SMA dan status pendidikan yang terindikasi banyak. Berdasarkan hal tersebut mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan pemecahan masalah yang mengarah kemampuan berpikir tingkat tinggi. Pembelajaran melalui IDTM mengarahkan mahasiswa menggunakan pengetahuan sebelumnya dalam memecahkan permasalahan dalam belajar konsep.

Proses pembelajaran menggunakan IDTM pada bagian studi kasus ini juga melibatkan komponen dalam pengambilan keputusan yang berefek pada pengembangan berpikir kritis diantaranya dalam : 1). Menetapkan kriteria untuk pengambilan keputusan, tahap ini melibatkan kemampuan dalam identifikasi dan analisis dari wacana dan tabel kasus yang disajikan. Kriteria ini didasarkan pada pemahaman yang mendalam tentang masalah yang dihadapi guna menghasilkan keputusan yang benar, 2) evaluasi keputusan, tahap ini dilakukan dengan cara mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dari setiap keputusan yang diambil, serta mempertimbangkan kemungkinan hasil dari tiap keputusan. 3) memantau akurasi keputusan, sehingga berdampak pada kemampuan mahasiswa dalam mencegah timbulnya suatu gangguan dan kelainan metabolisme yang berujung pada penyakit.

Pada proses pembelajaran menggunakan IDTM, mahasiswa diarahkan untuk mengungkapkan pendapat dalam kelompok, yang mendukung kemampuan mereka dalam berkomunikasi secara efektif, dan berkolaborasi dengan rekan mereka. Kemampuan untuk menyampaikan pendapat

secara terbuka di dalam diskusi kelompok tidak hanya memperkuat kepercayaan diri mahasiswa tetapi juga melatih mereka untuk mendengarkan, memahami perspektif yang berbeda, serta merumuskan tanggapan pada kasus yang sedang dipecahkan.

Pengetahuan memainkan peran penting dalam berbagai aktivitas mental, termasuk pemecahan masalah, berpikir kreatif yang memengaruhi proses kognitif seperti penyimpanan dan pengambilan informasi dari ingatan, perhatian selektif, dan pemahaman bahasa. Penggunaan pengetahuan sebelumnya membantu kita menangkap, mengingat, dan memproses informasi lebih efektif di berbagai situasi (Weisberg, 2006). Pemecahan masalah adalah proses kreatif dimana melalui kegiatan penelitian dan penemuan, memungkinkan siswa membentuk, merevisi, dan mengaitkan pengetahuan mereka dengan sistem yang lebih luas (Nikolić & Antonijević, 2024). Penelitian lain mengungkapkan bahwa penggunaan Modul berbasis *Creative Problem Solving* (CPS) pada materi mutasi genetik efektif meningkatkan keterampilan pemecahan masalah mahasiswa dari tingkat sedang ke tinggi, terutama dalam menyelesaikan masalah kompleks dan menghasilkan solusi. Modul ini juga memungkinkan mahasiswa belajar mandiri, bertukar informasi, dan memperkaya wawasan melalui akses ke basis data seperti NCBI atau ExPASy dengan dukungan internet (Amar et al., 2020). *Problem solving* dalam PBL merupakan proses mencari solusi kreatif untuk masalah nyata yang sering tidak memiliki jawaban pasti. Proses ini melibatkan identifikasi masalah, pengembangan solusi, dan evaluasi melalui diskusi dan refleksi bersama kelompok. Dengan pendekatan ini, siswa belajar berpikir kritis, bekerja sama, dan menghadapi tantangan kompleks secara efektif (Zhou, 2017).

KESIMPULAN

Penggunaan *Interactive Digital Teaching Material* (IDTM) signifikan meningkatkan kemampuan *decision making* dan *problem solving* mahasiswa pada topik metabolisme. Analisis data menunjukkan peningkatan nilai N-gain sebesar (56,19 dan 56,25) keduanya berada dalam kategori sedang, dilanjutkan uji statistik Wilcoxon

menunjukkan peningkatan yang sangat signifikan pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$). Berdasarkan hal tersebut menunjukkan Penggunaan *Interactive Digital Teaching Material* (IDTM) pada fitur studi kasus yang menyajikan permasalahan tentang gangguan metabolisme efektif meningkatkan kemampuan pengambilan keputusan (*decision making*) dan pemecahan masalah (*problem solving*) pada mahasiswa. Pembelajaran dapat mengarahkan aktivitas belajar seperti mengamati, mendeskripsikan tabel, mendiskusikan berbagai variabel pengukuran, menganalisis hubungan antara faktor penyebab dan variabel pengukuran, mengevaluasi data, mengidentifikasi pola, serta membuat kesimpulan ilmiah berdasarkan hasil diskusi. Melalui diskusi yang terarah mendorong mahasiswa untuk membangun kolaborasi antar kelompok, dan menciptakan ide yang mengarahkan pada berpikir kritis dalam menghasilkan keputusan. Mengembangkan kemampuan *decision making* dapat berefek pada ide yang kembangkan dapat menghasilkan langkah-langkah pemecahan masalah. Pemecahan masalah yang tereksplor menunjukkan pemahaman dengan jelas, fokus, dan akurat. Poin-poin yang relevan dikemukakan untuk mendukung jawaban yang diberikan

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada DRTPM, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi, yang telah memberikan dana Hibah Penelitian Desertasi Doktor dengan Surat Keputusan No 0536/E5/PG.02.00/2023 dan Surat Perjanjian kontrak No. 156/E5/PG.02.00.PL/ 2023;1160/UN40.LP/PT.01.03/2023 Tahun Anggaran 2024 sehingga penelitian ini berjalan dengan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahman, M. D., Faruk, N., Oloyede, A. A., Surajudeen-Bakinde, N. T., Olawoyin, L. A., Mejabi, O. V., Imam-Fulani, Y. O., Fahm, A. O., & Azeez, A. L. (2020). Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review. *Heliyon*, 6(11), e05312. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05312>
- Abuhassna, H., Al-Rahmi, W. M., Yahya, N., Zakaria, M. A. Z. M., Kosnin, A. B. M., & Darwish, M. (2020). Development of a new model on utilizing online learning platforms to improve students' academic achievements and satisfaction. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00216-z>
- Amar, G. I., Suranto, S., & Sajidan, S. (2020). The Use of a Creative Problem Solving Based Genetic Mutation Module in Higher Education. *International Journal of Higher Education*, 10(3), 33. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v10n3p33>
- Awidi, I. T., & Paynter, M. (2024). An Evaluation of the Impact of Digital Technology Innovations on Students' Learning: Participatory Research Using a Student-Centred Approach. *Technology, Knowledge and Learning*, 29(1), 65–89. <https://doi.org/10.1007/s10758-022-09619-5>
- Buranasinwattanukul, K. (2024). The Development of Instruction Media in Board Game to Enhance the Capability in the Development of Thai Textbook and the Happiness in Learning for Undergraduate Students. *Journal of Education and Learning*, 13(2), 161. <https://doi.org/10.5539/jel.v13n2p161>
- Butterworth, J., & Thwaites, G. (2013). Thinking Skills: Critical Thinking and Problem Solving. In *Cambridge University Press*. <https://doi.org/10.1177/019263658506948024>
- Byukusenge, C., Nsanganwimana, F., & Tarmo, A. P. (2022). Effectiveness of Virtual Laboratories in Teaching and Learning Biology: A Review of Literature. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 21(6), 1–17. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.1>
- Çeken, B., & Taşkın, N. (2022). Multimedia learning principles in different learning environments: a systematic review. *Smart*

- Learning Environments*, 9(1).
<https://doi.org/10.1186/s40561-022-00200-2>
- Chaves, G. L., Batista, R. S., de Sousa Cunha, J., Altmann, D. L., & da Silva, A. J. (2022). Teaching cellular metabolism using metabolic model simulations. *Education for Chemical Engineers*, 38(September 2021), 97–109. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.12.001>
- Çimer, A. (2012). *What makes biology learning difficult and effective : S tudents ' views*. 7(3), 61–71. <https://doi.org/10.5897/ERR11.205>
- Duschl, R. A. (2020). Practical reasoning and decision making in science: Struggles for truth. *Educational Psychologist*, 55(3), 187–192. <https://doi.org/10.1080/00461520.2020.1784735>
- Ennis, R. H. (1993). Critical thinking assessment. *Theory Into Practice*, 32(3), 179–186. <https://doi.org/10.1080/00405849309543594>
- Firetto, C. M., & Van Meter, P. N. (2018). Inspiring integration in college students reading multiple biology texts. *Learning and Individual Differences*, 65(February), 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2018.05.011>
- Heard, J., Scoular, C., Duckworth, D., Ramalingam, D., & Teo, I. (2020). Critical Thinking: Skill Development Framework. *Australian Council for Educational Research, September 2021*, 1–23.
- Jhon R, M., & Prestoza. (2024). Assessing remote learning's feasibility: A comprehensive analysis of Philippine public-school teachers' use of learning management systems and blended learning approaches. *Journal of Research, Policy & Practice of Teachers and Teacher Education*, 14(1), 21–27. <https://doi.org/10.37134/jrpptte.vol14.1.3.2024>
- Kostas, K., & Reiss, J. M. (eds). (2018). Teaching Biology in Schools: Global Research, Issues, and Trends. In *Routledge: Vol. o. Routledge*. <https://doi.org/10.4324/9781315110158>
- Kottmeyer, A. M., Meter, P. Van, & Cameron, C. (2020). How we teach: Generalizable education research: Diagram comprehension ability of college students in an introductory biology course. *Advances in Physiology Education*, 44(2), 169–180. <https://doi.org/10.1152/ADVAN.00146.2018>
- MacDonald, C. J., Backhaus, I., Vanezi, E., Yeratziotis, A., Clendinneng, D., Seriola, L., Häkkinen, S., Cassar, M., Mettouris, C., & Papadopoulos, G. A. (2024). European Union Digital Education quality standard framework and companion evaluation toolkit. *Open Learning*, 39(1), 85–100. <https://doi.org/10.1080/02680513.2021.1936476>
- Minda, J. P. (2015). The Psychology of Thinking: Reasoning, Decision-Making, and Problem-Solving. In *Sage*. <https://doi.org/10.1177/1475725716661121>
- Morris, N. P., & Lambe, J. (2017). Multimedia interactive eBooks in laboratory bioscience education. *Higher Education Pedagogies*, 2(1), 28–42. <https://doi.org/10.1080/23752696.2017.1338531>
- Nikolić, N., & Antonijević, R. (2024). Problem-Solving in Biology Teaching: Students' Activities and Their Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(4), 765–785. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10407-5>
- Pérez-Juárez, M. Á., González-Ortega, D., & Aguiar-Pérez, J. M. (2023). Digital Distractions from the Point of View of Higher Education Students. *Sustainability (Switzerland)*, 15(7). <https://doi.org/10.3390/su15076044>
- Ravenscroft, A., & McAlister, S. (2006). Digital Games and Learning in Cyberspace: A Dialogical Approach. *E-Learning and Digital Media*, 3(1), 37–50. <https://doi.org/10.2304/elea.2006.3.1.37>
- Reyna, J., Hanham, J., & Meier, P. (2017). A taxonomy of digital media types for Learner-Generated Digital Media assignments. *E-Learning and Digital Media*, 14(6), 309–322.

- <https://doi.org/10.1177/2042753017752973>
- Skulmowski, A., & Xu, K. M. (2022). Understanding Cognitive Load in Digital and Online Learning: a New Perspective on Extraneous Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 34(1), 171–196. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>
- Torkar, G., Veldin, M., Glažar, S. A., & Podlesek, A. (2018). Why do Plants Wilt? Investigating students' understanding of water balance in plants with external representations at the macroscopic and submicroscopic levels. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2265–2276. <https://doi.org/10.29333/ejmste/87119>
- Treagust, D. F., Tsui, C. Y., & (Eds.). (2013). Multiple Representations in Biological Education,. In *Springer Science & Business Media*.
- Tresnawati, C., Rahmat, A., & Rahman, T. (2022). Cognitive System Profile of Prospective Teachers in Cell Biology Learning. *Journal of Engineering Science and Technology*, 17, 58–66.
- Tresnawati, C., Rahmat, A., Rahman, T., & Kusnadi, K. (2024). The Potential Interactive Digital Teaching Material on Cell Metabolism as a Bridge of Cognitive Processes Toward Student Learning Achievement. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(3), 1322–1330. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.6398>
- Weisberg, R. W. (2006). *Creativity Understanding Innovation in Problem Solving, Science, Invention, and the Arts*. John Wiley & Sons.
- Weng, C., Otanga, S., Christianto, S. M., & Chu, R. J. C. (2020). Enhancing Students' Biology Learning by Using Augmented Reality as a Learning Supplement. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 747–770. <https://doi.org/10.1177/0735633119884213>
- Wikanta, W., & Susilo, H. (2022). Higher Order Thinking Skills Achievement for Biology Education Students in Case-Based Biochemistry Learning. *International Journal of Instruction*, 15(4), 835–854. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15445a>
- Zhou, C. (Ed). (2017). *Handbook of Research on Creative Problem-Solving Skill Development in Higher Education*. IGI Global.