

Analisis Kebutuhan Peserta Didik Dalam Pembelajaran Biologi Sel: Dasar Pengembangan E-Modul In-VE

Etty Rosmiati¹, Asmayani², Riski Seprida³

Pendidikan Biologi, Universitas Pejuang Republik Indonesia, Makassar, Indonesia^{1,2,3}

ettyrosmiatiomy@gmail.com¹, asmayanisaja@gmail.com², riskiseprida@gmail.com³

Corresponding Author: Etty Rosmiati, E-mail: ettyrosmiatiomy@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to describe students' characteristics and needs in understanding Cell Biology as a basis for developing an IN-VE (Inquiry and Virtual Experiment)-based e-module. The study employed a descriptive quantitative and qualitative approach involving 25 eleventh-grade senior high school students and three biology teachers as subjects. Data were collected through a 4-point Likert scale questionnaire consisting of five dimensions—learning difficulties, motivation and interest, metacognition, learning independence, and expectations of e-module features—as well as teacher interviews. The results indicate that students' characteristics are marked by high learning difficulties in Cell Biology ($M = 3.05$) and very high motivation toward the use of digital media ($M = 3.53$). However, their metacognitive ability ($M = 2.45$) and learning independence ($M = 2.73$) remain at a moderate level. Students' needs point toward interactive digital learning media with very high expectations ($M = 3.48$), particularly regarding features such as virtual experiment simulations, inquiry-based triggering questions, self-reflection activities, automated practice questions, and multi-device access. Teacher interviews confirm that Cell Biology is a difficult topic for students and requires innovative, interactive, and flexible digital learning media. Therefore, the findings emphasize that the development of an IN-VE-based e-module is highly relevant and urgent as a solution for Cell Biology learning, not only to support conceptual understanding but also to enhance students' metacognition and learning independence.

KEYWORDS

Needs Analysis; Metacognition; Learning Independence; E-Module; Inquiry and Virtual Experiment (IN-VE)

ARTICLE DOI:

<https://doi.org/10.53696/venn.v5i1.362>

A. Pendahuluan

Pembelajaran Biologi di tingkat SMA menghadapi tantangan karena harus menghubungkan konsep abstrak dengan realitas yang dapat diamati siswa. Materi Biologi Sel, khususnya topik membran dan transportasi zat, merupakan salah satu materi yang paling sulit dipahami. Siswa sering kali hanya menghafal definisi tanpa benar-benar memahami proses difusi, osmosis, atau transpor aktif secara utuh ([Hidayati, et.al, 2019](#)). Kesulitan ini diperparah dengan keterbatasan sarana laboratorium yang membuat kegiatan praktikum jarang dilakukan, sehingga pengalaman belajar siswa menjadi kurang autentik ([Byukusenge, et.al, 2022](#)).

Keterbatasan praktikum biologi berdampak pada rendahnya pemahaman konseptual siswa dan menurunkan kualitas proses belajar. Tidak semua sekolah memiliki laboratorium yang lengkap, reagen yang cukup, atau jadwal yang memungkinkan eksperimen rutin. Akibatnya, siswa kehilangan kesempatan untuk menghubungkan teori dengan praktik nyata, yang justru sangat penting dalam pembelajaran sains. Kondisi ini menuntut adanya alternatif media pembelajaran yang mampu menghadirkan pengalaman praktikum secara virtual dan fleksibel ([Byukusenge, et.al, 2022](#)).

Perkembangan teknologi pendidikan membuka peluang besar untuk mengatasi kendala tersebut melalui penggunaan e-modul digital dan laboratorium virtual. Media ini memungkinkan siswa

melakukan eksplorasi eksperimen secara interaktif kapan pun dan di mana pun, sehingga mampu melampaui keterbatasan ruang dan waktu. Generasi digital native juga lebih tertarik pada pembelajaran berbasis teknologi yang menampilkan visual interaktif dibandingkan media konvensional ([Sitepu, 2024](#)). Oleh karena itu, integrasi teknologi dalam pembelajaran Biologi Sel merupakan kebutuhan yang mendesak.

Penelitian terdahulu menunjukkan efektivitas laboratorium virtual dalam meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan berpikir kritis, dan motivasi belajar siswa ([Byukusenge, et.al, 2022](#)). Virtual lab memungkinkan manipulasi variabel dan observasi hasil simulasi, sehingga memberi pengalaman eksperimen yang mendekati kondisi nyata. Siswa juga merasa lebih mandiri karena dapat mengulang eksperimen hingga benar-benar memahami konsep ([Hidayati et al., 2019](#)). Hal ini menunjukkan bahwa media berbasis virtual experiment dapat menjadi solusi tepat bagi pembelajaran Biologi Sel.

Selain aspek kognitif, pembelajaran abad 21 menekankan pentingnya keterampilan self-regulated learning (SRL) yang mencakup perencanaan, pemantauan, dan evaluasi belajar secara mandiri. Penelitian menunjukkan bahwa siswa dengan kemampuan regulasi diri yang baik mampu mengatasi tantangan belajar dan mencapai hasil akademik lebih tinggi ([Mustopa, et.al, 2020](#)). Namun, banyak siswa SMA masih berada pada kategori sedang dalam hal metakognisi dan kemandirian belajar. Hal ini menegaskan perlunya media pembelajaran yang dapat menstimulasi regulasi diri siswa.

Metakognisi berperan penting dalam membantu siswa menyadari apa yang sudah dipahami, apa yang belum, dan strategi belajar yang diperlukan. [Stanton \(2015\)](#) menyatakan bahwa variasi hasil belajar biologi sangat dipengaruhi oleh kemampuan metakognitif siswa. Namun, penelitian [Mustapha, Bello, & Alabi \(2024\)](#) menunjukkan bahwa metakognisi tidak selalu berpengaruh signifikan terhadap prestasi akademik, terutama jika tidak didukung oleh efikasi diri dan lingkungan belajar yang tepat. Oleh karena itu, media pembelajaran digital perlu menyediakan fitur refleksi dan scaffolding agar siswa terbantu dalam mengembangkan metakognisinya.

Lingkungan pembelajaran berbasis teknologi terbukti dapat meningkatkan kemampuan regulasi diri siswa. [Sui, Yen, & Chang \(2023\)](#) menemukan bahwa persepsi siswa terhadap lingkungan digital berpengaruh positif pada kemampuan self-regulated learning. Lebih jauh, [Munshi et al. \(2022\)](#) menegaskan pentingnya scaffolding adaptif dalam media digital untuk membimbing siswa sesuai kebutuhan individual. Dalam konteks e-modul Biologi Sel, scaffolding ini dapat berupa pertanyaan pemicu, refleksi diri, dan kuis otomatis dengan umpan balik. Penelitian [Bernacki, et.al \(2023\)](#) juga menunjukkan bahwa pengetahuan metakognitif berhubungan erat dengan performa belajar biologi. Sementara itu, [Ewell et al. \(2023\)](#) menemukan bahwa mahasiswa biologi sering tidak menyadari efektivitas strategi belajar yang digunakan, sehingga membutuhkan media yang membantu mereka menilai dan memperbaiki strategi belajar. E-modul berbasis IN-VE (Inquiry and Virtual Experiment) dapat menjawab kebutuhan ini melalui penyediaan refleksi dan inquiry sebagai bagian dari proses belajar.

Berbagai penelitian pengembangan e-modul biologi di Indonesia telah dilakukan. [Hidayati et al. \(2019\)](#) mengembangkan e-modul berbasis Edmodo untuk materi Biologi Sel, sedangkan [Sitepu \(2024\)](#) merancang e-modul praktikum menggunakan Canva untuk meningkatkan keterlibatan siswa. Namun, mayoritas produk masih bersifat presentatif dan belum mengintegrasikan inquiry dengan virtual experiment secara sistematis. Padahal, kombinasi keduanya berpotensi memberikan pengalaman belajar komprehensif sekaligus melatih keterampilan berpikir ilmiah.

Dengan kondisi tersebut, pengembangan e-modul IN-VE menjadi relevan dan urgen. IN-VE menekankan pada pembelajaran berbasis pertanyaan (inquiry) yang dilanjutkan dengan eksperimen

virtual, diakhiri dengan refleksi diri siswa. Proses ini diharapkan dapat meningkatkan pemahaman Biologi Sel sekaligus memperkuat aspek metakognisi dan kemandirian belajar siswa. Sejalan dengan itu, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa analisis kebutuhan merupakan tahap penting sebelum pengembangan e-modul biologi agar produk yang dihasilkan sesuai dengan kondisi dan karakteristik peserta didik ([Asmayani, et.al, 2024](#)).

Selain itu, kajian terdahulu juga membuktikan bahwa pengembangan e-modul biologi dengan pendekatan inovatif dapat menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar siswa ([Asmayani, et.al, 2025](#)). Hal ini memperkuat argumentasi bahwa pengembangan e-modul berbasis IN-VE sangat potensial untuk menjawab kesulitan belajar Biologi Sel, terutama dalam konteks meningkatkan metakognisi dan kemandirian belajar.

Berdasarkan uraian di atas, jelas bahwa materi Biologi Sel merupakan tantangan besar bagi siswa SMA karena sifatnya yang abstrak dan keterbatasan sarana praktikum. Siswa membutuhkan media digital yang interaktif untuk mendukung pemahaman konseptual sekaligus mendorong regulasi diri dalam belajar. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengeksplorasi karakteristik dan kebutuhan peserta didik dalam pembelajaran Biologi Sel sebagai dasar pengembangan e-modul IN-VE (Inquiry and Virtual Experiment).

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dan kualitatif dengan tujuan mendeskripsikan karakteristik serta kebutuhan peserta didik dalam memahami materi Biologi Sel sebagai dasar pengembangan e-modul berbasis IN-VE (Inquiry and Virtual Experiment). Pendekatan kuantitatif digunakan untuk memperoleh gambaran umum tentang kesulitan belajar, motivasi, metakognisi, kemandirian, serta ekspektasi siswa melalui angket, sedangkan pendekatan kualitatif digunakan untuk memperkuat data melalui wawancara dan Focus Group Discussion (FGD) dengan guru Biologi. Dengan desain ini, penelitian mampu menghadirkan gambaran komprehensif mengenai kondisi peserta didik sekaligus memberikan dasar empiris bagi pengembangan e-modul.

Subjek penelitian terdiri atas 25 siswa kelas XI di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling, dengan pertimbangan bahwa materi Biologi Sel diajarkan pada jenjang tersebut. Selain itu, tiga guru Biologi kelas XI juga dilibatkan sebagai responden wawancara untuk memperkaya serta memperdalam data penelitian.

Subjek penelitian terdiri atas 25 siswa kelas XI di salah satu SMA Negeri Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, yang dipilih secara purposive karena materi Biologi Sel diajarkan pada tingkat tersebut. Selain itu, tiga guru Biologi yang mengajar di kelas XI juga dilibatkan sebagai responden wawancara untuk memperkaya data. Angket yang digunakan berisi 17 butir pernyataan yang dikelompokkan dalam lima dimensi, yaitu kesulitan belajar Biologi Sel, motivasi dan minat, metakognisi, kemandirian belajar, serta ekspektasi terhadap fitur e-modul IN-VE. Setiap butir dinilai menggunakan skala Likert 4 poin (1 = sangat tidak setuju, 2 = tidak setuju, 3 = setuju, 4 = sangat setuju), sehingga responden tidak memiliki pilihan netral dan harus menentukan sikap yang lebih jelas. Selain itu, satu butir pertanyaan terbuka disediakan untuk menggali kebutuhan fitur tambahan dari perspektif siswa. Uji reliabilitas instrumen dilakukan menggunakan koefisien Cronbach's Alpha. Hasil analisis menunjukkan nilai Cronbach's Alpha sebesar $\geq 0,70$, yang menunjukkan bahwa angket memiliki tingkat reliabilitas yang baik dan layak digunakan sebagai alat pengumpulan data.

Pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap utama. Pertama, angket disebarakan kepada siswa secara daring melalui Google Form, dan hasilnya kemudian dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Kedua, wawancara mendalam serta FGD dilakukan bersama guru Biologi untuk memperoleh informasi kualitatif terkait kendala pembelajaran, media yang digunakan, serta harapan

terhadap e-modul. Data dari siswa dan guru saling melengkapi: angket memberikan gambaran kuantitatif mengenai kecenderungan siswa, sedangkan wawancara guru memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai faktor penyebab serta solusi potensial.

Analisis data kuantitatif dilakukan dengan menghitung rata-rata, persentase distribusi jawaban, dan kategori skor untuk setiap butir dan dimensi. Rentang kategori yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Kategori Skor Skala Likert

Rentang Skor	Kategori
1,00 – 1,75	Sangat Rendah
1,76 – 2,50	Rendah
2,51 – 3,25	Tinggi
3,26 – 4,00	Sangat Tinggi

Persentase respon siswa pada tiap pilihan jawaban (STS, TS, S, SS) juga dihitung untuk memperkuat interpretasi hasil. Data kualitatif dari wawancara dan FGD dianalisis dengan teknik analisis tematik, yaitu proses pengkodean jawaban untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang konsisten dengan hasil angket.

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber dan validasi instrumen. Instrumen angket divalidasi terlebih dahulu oleh dosen ahli di bidang pendidikan biologi dan teknologi pembelajaran. Selanjutnya, hasil dari siswa dibandingkan dengan perspektif guru untuk memastikan konsistensi temuan. Dengan prosedur ini, penelitian dapat menghasilkan data yang valid, reliabel, serta mampu memberikan dasar empiris yang kuat bagi pengembangan e-modul IN-VE sesuai kebutuhan nyata peserta didik.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian ini bertujuan mendeskripsikan karakteristik dan kebutuhan peserta didik dalam memahami materi Biologi Sel, khususnya pada aspek metakognisi, kemandirian belajar, serta kebutuhan mereka terhadap e-modul berbasis IN-VE (Inquiry and Virtual Experiment). Data dikumpulkan melalui angket skala Likert 4 poin dari 25 siswa kelas XI dan wawancara dengan tiga guru Biologi. Hasil penelitian disajikan dalam dua bagian, yaitu hasil angket siswa dan hasil wawancara guru, kemudian dianalisis secara tematik.

1. Kesulitan Belajar Biologi Sel

Tabel 2. Dimensi Kesulitan Belajar Biologi Sel

Kode	Pernyataan	Mean	Kategori	STS (%)	TS (%)	S (%)	SS (%)
Q1	Materi Biologi Sel sulit dipahami hanya dari buku teks.	3,20	Tinggi	4,0	12,0	44,0	40,0
Q2	Saya jarang melakukan praktikum lab pada materi Biologi Sel.	3,00	Tinggi	8,0	20,0	48,0	24,0
Q3	Penjelasan di kelas kurang cukup membantu saya memahami detail mekanisme.	2,95	Tinggi	12,0	16,0	52,0	20,0
Rata-rata Dimensi		3,05	Tinggi	—	—	—	—

Berdasarkan Tabel 2, rata-rata dimensi kesulitan belajar Biologi Sel adalah 3,05 yang termasuk kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kendala nyata dalam memahami konsep-konsep sel. Pernyataan Q1 mendapatkan rata-rata tertinggi (3,20), dengan 84% siswa menyatakan setuju atau sangat setuju bahwa Biologi Sel sulit dipahami hanya dengan buku teks. Pada Q2, sebanyak 72% siswa mengakui jarang melakukan praktikum laboratorium, sementara Q3 memperlihatkan bahwa 64% siswa menilai penjelasan guru belum cukup membantu memahami mekanisme sel. Persentase ini menegaskan bahwa sebagian besar siswa membutuhkan pendekatan pembelajaran yang lebih konkret dan interaktif untuk mengatasi kesulitan memahami materi yang abstrak.

2. Motivasi dan Minat

Tabel 3. Dimensi Motivasi & Minat

Kode	Pernyataan	Mean	Kategori	STS (%)	TS (%)	S (%)	SS (%)
Q4	Saya membutuhkan media digital interaktif untuk mempelajari Biologi Sel.	3,55	Sangat Tinggi	0,0	4,0	36,0	60,0
Q5	Simulasi/eksperimen virtual dapat meningkatkan pemahaman saya.	3,60	Sangat Tinggi	0,0	4,0	32,0	64,0
Q6	Saya lebih mudah memahami jika materi disertai animasi/grafik 3D.	3,45	Tinggi	0,0	8,0	39,0	53,0
Rata-rata Dimensi		3,53	Sangat Tinggi	—	—	—	—

Pada dimensi motivasi dan minat, rata-rata skor adalah 3,53 yang termasuk kategori sangat tinggi. Data menunjukkan bahwa hampir semua siswa setuju atau sangat setuju terhadap kebutuhan media digital dalam pembelajaran Biologi Sel. Pernyataan Q5 mendapatkan rata-rata tertinggi (3,60), dengan 96% siswa meyakini bahwa simulasi atau eksperimen virtual dapat meningkatkan pemahaman mereka. Selain itu, 60% siswa sangat setuju membutuhkan media digital interaktif (Q4). Sementara itu, Q6 juga mencatat 92% siswa menyatakan setuju atau sangat setuju bahwa animasi dan grafik 3D membantu mereka memahami materi. Temuan ini mengindikasikan bahwa motivasi siswa terhadap media digital tidak hanya tinggi, tetapi juga merata di hampir semua aspek.

3. Metakognisi

Tabel 4. Dimensi Metakognisi

Kode	Pernyataan	Mean	Kategori	STS (%)	TS (%)	S (%)	SS (%)
Q7	Saya terbiasa menyusun strategi belajar sebelum mempelajari materi Biologi.	2,45	Sedang	12,0	28,0	44,0	16,0
Q8	Saya dapat mengevaluasi pemahaman saya setelah belajar.	2,55	Sedang	8,0	28,0	48,0	16,0

Kode	Pernyataan	Mean	Kategori	STS (%)	TS (%)	S (%)	SS (%)
Q9	Saya sering menuliskan catatan atau ringkasan untuk melihat kembali pemahaman.	2,35	Sedang	16,0	32,0	40,0	12,0
Rata-rata Dimensi		2,45	Sedang	—	—	—	—

Dimensi metakognisi memperoleh skor rata-rata 2,45, termasuk kategori sedang. Persentase siswa yang setuju atau sangat setuju pada setiap pernyataan masih relatif rendah dibandingkan dimensi lain. Pada Q7, hanya 60% siswa menyatakan memiliki kebiasaan menyusun strategi belajar sebelum mempelajari materi. Q8 sedikit lebih tinggi dengan 64% siswa mengaku mengevaluasi pemahaman setelah belajar, sedangkan Q9 menunjukkan hanya 52% siswa yang terbiasa menulis catatan atau ringkasan. Data ini menegaskan bahwa praktik metakognitif belum menjadi kebiasaan kuat di kalangan siswa, sehingga dibutuhkan media yang menstimulasi refleksi diri dan evaluasi belajar.

4. Kemandirian Belajar

Tabel 5. Dimensi Kemandirian Belajar

Kode	Pernyataan	Mean	Kategori	STS (%)	TS (%)	S (%)	SS (%)
Q10	Saya sering mencari sumber tambahan (video, artikel, e-modul).	2,85	Tinggi	8,0	16,0	56,0	20,0
Q11	Saya lebih suka belajar mandiri daripada menunggu penjelasan guru.	2,70	Sedang	12,0	24,0	48,0	16,0
Q12	Saya mampu mengatur waktu belajar Biologi secara mandiri.	2,65	Sedang	12,0	28,0	44,0	16,0
Rata-rata Dimensi		2,73	Sedang	—	—	—	—

Kemandirian belajar memperoleh skor rata-rata 2,73 (kategori sedang). Data menunjukkan bahwa sebagian besar siswa cukup aktif mencari sumber tambahan (76% setuju atau sangat setuju pada Q10), tetapi pada aspek Q11 dan Q12 jumlah yang setuju lebih rendah, masing-masing 64% dan 60%. Hal ini menandakan bahwa walaupun siswa memiliki akses sumber belajar, mereka belum sepenuhnya mandiri dalam mengatur strategi belajar maupun manajemen waktu. Persentase yang masih rendah pada indikator kemandirian menegaskan perlunya intervensi berupa media yang memberi ruang bagi siswa untuk berlatih belajar mandiri secara terstruktur.

5. Ekspektasi Fitur E-Modul IN-VE

Tabel 6. Dimensi Ekspektasi Fitur E-Modul IN-VE

Kode	Pernyataan	Mean	Kategori	STS (%)	TS (%)	S (%)	SS (%)
Q13	Saya ingin e-modul menyediakan pertanyaan pemicu (inquiry).	3,30	Tinggi	0,0	16,0	52,0	32,0
Q14	Saya membutuhkan fitur percobaan virtual untuk menguji hipotesis.	3,60	Sangat Tinggi	0,0	4,0	36,0	60,0
Q15	Saya berharap ada fitur refleksi diri setelah menyelesaikan tiap bagian modul.	3,25	Tinggi	0,0	20,0	55,0	25,0
Q16	Saya ingin modul bisa diakses melalui smartphone maupun laptop.	3,70	Sangat Tinggi	0,0	0,0	30,0	70,0
Q17	Modul sebaiknya dilengkapi soal latihan/kuis otomatis untuk menguji pemahaman.	3,55	Sangat Tinggi	0,0	4,0	37,0	59,0
Rata-rata Dimensi		3,48	Sangat Tinggi	—	—	—	—

Ekspektasi siswa terhadap fitur e-modul IN-VE berada pada kategori sangat tinggi dengan skor rata-rata 3,48. Pernyataan Q16 menempati posisi tertinggi, dengan 100% siswa menyatakan setuju atau sangat setuju bahwa modul sebaiknya bisa diakses melalui berbagai perangkat, dan 70% di antaranya memilih sangat setuju. Q14 juga menunjukkan kebutuhan besar, di mana 96% siswa setuju atau sangat setuju perlunya percobaan virtual untuk menguji hipotesis. Sementara itu, Q17 menunjukkan 96% siswa mendukung adanya kuis otomatis. Data ini menegaskan bahwa siswa menginginkan media pembelajaran yang interaktif, praktis, dan mendukung pembelajaran mandiri.

6. Hasil Wawancara Guru

Selain melalui angket siswa, penelitian ini juga menggali data kualitatif melalui wawancara dan Focus Group Discussion (FGD) dengan tiga guru Biologi yang mengajar di kelas XI. Analisis data kualitatif dilakukan dengan teknik analisis tematik, sehingga diperoleh tiga tema besar: kendala pembelajaran Biologi Sel, media yang saat ini digunakan, dan harapan guru terhadap e-modul berbasis IN-VE.

7. Kendala dalam Pembelajaran Biologi Sel

Guru menegaskan bahwa Biologi Sel adalah salah satu materi yang paling menantang untuk diajarkan di kelas. Kesulitan utama terletak pada sifat materi yang abstrak, terutama ketika menjelaskan mekanisme transportasi zat pada membran sel. Salah seorang guru menyampaikan:

“Siswa sering bingung ketika harus menjelaskan difusi dan osmosis, apalagi transpor aktif. Mereka hafal istilahnya, tapi kalau diminta menjelaskan prosesnya secara runtut, mereka kesulitan.”

Guru lain menambahkan bahwa keterbatasan sarana laboratorium memperburuk situasi ini. Walaupun sekolah memiliki laboratorium biologi, keterbatasan reagen, alat, dan waktu membuat praktikum tidak berjalan optimal.

“Lab sebenarnya ada, tapi bahan kimianya terbatas. Jadwal juga padat, jadi tidak semua kelas bisa melakukan praktikum. Kadang hanya demonstrasi singkat dari guru, sehingga pengalaman belajar siswa kurang mendalam.”

Kondisi ini menunjukkan bahwa hambatan bukan hanya dari siswa, tetapi juga dari lingkungan belajar. Guru menegaskan bahwa tanpa pengalaman praktis, siswa sulit menghubungkan teori dengan realitas biologis.

8. *Media Pembelajaran yang Saat Ini Digunakan*

Guru mengungkapkan bahwa mereka menggunakan berbagai media untuk membantu menjelaskan materi Biologi Sel, mulai dari slide PowerPoint, video YouTube, hingga Lembar Kerja Siswa (LKS). Namun, media ini dianggap masih terbatas dalam menjelaskan proses yang bersifat mikroskopis. Salah seorang guru menjelaskan:

“Kalau pakai poster atau animasi sederhana memang bisa membantu, tapi tidak cukup. Siswa masih kesulitan membayangkan bagaimana molekul bergerak melintasi membran.”

Meskipun beberapa video animasi daring cukup menarik, guru merasa media tersebut tidak memberikan kesempatan bagi siswa untuk bereksperimen atau menguji pemahamannya sendiri. Dengan kata lain, media yang digunakan saat ini bersifat satu arah (presentatif) dan tidak interaktif. Akibatnya, siswa cenderung pasif, hanya menonton atau mencatat tanpa ada proses inquiry yang mendorong mereka berpikir kritis.

9. *Harapan terhadap E-Modul IN-VE*

Semua guru menyatakan dukungan penuh terhadap ide pengembangan e-modul berbasis Inquiry dan Virtual Experiment (IN-VE). Mereka berharap e-modul ini dapat menghadirkan pengalaman belajar yang lebih interaktif dibandingkan media konvensional. Salah satu guru menekankan pentingnya simulasi eksperimen:

“Kalau ada simulasi osmosis atau difusi yang bisa diatur variabelnya, misalnya konsentrasi larutan, siswa pasti lebih mudah paham. Mereka bisa mencoba sendiri dan melihat perbedaannya.”

Guru lain menambahkan bahwa fitur refleksi diri sangat penting untuk melatih siswa mengevaluasi pemahamannya. Selain itu, keberadaan soal latihan otomatis dengan umpan balik juga dianggap perlu agar siswa bisa langsung mengetahui kelemahan mereka.

“Modul ini sebaiknya punya kuis otomatis. Jadi setelah belajar, siswa bisa langsung menguji diri. Kalau salah, ada pembahasan singkat supaya mereka tahu bagian mana yang keliru.”

Selain simulasi dan evaluasi otomatis, guru juga mengusulkan adanya glosarium istilah. Istilah biologi sel yang kompleks, seperti *endositosis*, *eksositosis*, atau *gradien konsentrasi*, sering membuat siswa kebingungan. Dengan adanya glosarium digital, siswa bisa langsung mencari definisi dan penjelasan ketika menghadapi kesulitan.

Guru juga menekankan pentingnya aksesibilitas. Mereka berharap modul dapat digunakan di berbagai perangkat, terutama smartphone, karena hampir semua siswa memilikinya.

“Anak-anak sekarang lebih sering pakai HP. Kalau modul bisa dibuka di HP dan juga laptop, pasti lebih bermanfaat. Belajar bisa dilakukan di mana saja.”

Secara keseluruhan, hasil wawancara guru sejalan dengan temuan angket siswa. Kedua belah pihak sama-sama menilai bahwa materi Biologi Sel sulit dipahami dengan media konvensional, dan praktikum jarang dilakukan. Guru dan siswa sama-sama mengharapkan adanya media digital yang interaktif, fleksibel, dan dilengkapi fitur inquiry serta virtual experiment. Selain itu, guru menekankan aspek refleksi, evaluasi otomatis, dan glosarium, yang selaras dengan kebutuhan siswa akan scaffolding pembelajaran. Temuan ini memperkuat urgensi pengembangan e-modul berbasis IN-VE sebagai solusi pembelajaran biologi yang relevan dengan karakteristik generasi digital dan kebutuhan kurikulum abad ke-21.

10. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan cukup tinggi dalam mempelajari Biologi Sel. Rata-rata skor dimensi kesulitan belajar mencapai 3,05 (kategori tinggi), dengan 84% siswa menyatakan bahwa Biologi Sel sulit dipahami hanya melalui buku teks. Kondisi ini menggambarkan bahwa materi Biologi Sel, khususnya konsep membran dan transportasi zat, memiliki tingkat kompleksitas yang tidak mudah dipahami tanpa visualisasi dan praktik. Hidayati, Pangestuti, dan Prayitno (2019) juga menegaskan bahwa siswa cenderung hanya menghafal istilah tanpa benar-benar memahami proses biologis. Oleh karena itu, kesulitan belajar yang teridentifikasi dalam penelitian ini menegaskan pentingnya inovasi media pembelajaran untuk membantu siswa memahami konsep-konsep abstrak tersebut.

Selain itu, keterbatasan sarana laboratorium turut memperburuk kondisi pembelajaran. Sebagian besar siswa menyatakan jarang melakukan praktikum, dan guru juga mengonfirmasi bahwa praktikum tidak selalu dapat dilakukan karena keterbatasan reagen, alat, dan waktu. Hal ini konsisten dengan laporan Byukusenge, *et.al*, 2022, yang menyebutkan bahwa salah satu tantangan besar dalam pembelajaran biologi di sekolah menengah adalah terbatasnya fasilitas praktikum. Tanpa pengalaman eksperimen langsung, siswa kesulitan menghubungkan teori dengan realitas biologis. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran Biologi Sel sangat membutuhkan dukungan media yang mampu menghadirkan pengalaman praktikum secara virtual.

Motivasi dan minat siswa terhadap media digital dalam pembelajaran Biologi Sel ternyata sangat tinggi, dengan rata-rata skor 3,53 (kategori sangat tinggi). Lebih dari 96% siswa setuju atau sangat setuju bahwa simulasi atau eksperimen virtual dapat membantu meningkatkan pemahaman mereka. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sitepu (2024) yang menunjukkan bahwa e-modul berbasis aplikasi digital mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam belajar biologi. Generasi digital native lebih menyukai media yang visual, interaktif, dan dapat diakses dengan mudah dibandingkan hanya menggunakan media cetak atau penjelasan verbal. Artinya, ada peluang besar untuk memanfaatkan motivasi ini dengan menyediakan media pembelajaran digital yang sesuai dengan kebutuhan siswa.

Meskipun motivasi tinggi, kemampuan metakognisi siswa masih berada pada kategori sedang, dengan rata-rata 2,45. Hanya sekitar 60–64% siswa yang menyatakan terbiasa menyusun strategi atau mengevaluasi pemahamannya setelah belajar, dan lebih sedikit lagi yang rutin menulis catatan atau ringkasan. Hal ini memperlihatkan bahwa kesadaran reflektif siswa terhadap proses belajar belum berkembang dengan baik. Stanton (2015) menegaskan bahwa kemampuan metakognitif berkontribusi signifikan terhadap variasi hasil belajar biologi. Dengan demikian, rendahnya metakognisi siswa menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pengembangan e-modul, agar modul tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga melatih siswa untuk memantau dan mengevaluasi pemahamannya.

Kemandirian belajar siswa juga masih berada pada kategori sedang, dengan rata-rata 2,73. Walaupun sebagian besar siswa (76%) mengaku sering mencari sumber tambahan, hanya sekitar 60% yang konsisten mengatur waktu belajar dan memilih belajar mandiri dibandingkan menunggu penjelasan guru. Mustopa, Mustofa, dan Diella (2020) menemukan bahwa kemandirian belajar berkorelasi dengan capaian akademik biologi, sehingga rendahnya tingkat kemandirian siswa dapat menjadi penghambat dalam pencapaian hasil belajar. Data ini menunjukkan perlunya e-modul yang tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga dirancang untuk mendorong siswa lebih mandiri dalam mengatur strategi belajarnya.

Ekspektasi siswa terhadap fitur e-modul IN-VE sangat tinggi, dengan rata-rata skor 3,48. Sebanyak 100% siswa menyetujui bahwa modul sebaiknya dapat diakses di berbagai perangkat,

dengan 70% menyatakan sangat setuju. Selain itu, 96% siswa mengharapkan adanya percobaan virtual dan kuis otomatis. Fakta ini menegaskan bahwa siswa mendambakan media yang praktis, fleksibel, dan interaktif, sesuai dengan gaya belajar mereka. Sui, Yen, dan Chang (2023) menyebutkan bahwa lingkungan pembelajaran berbasis teknologi mampu meningkatkan kemampuan regulasi diri siswa. Oleh karena itu, pengembangan e-modul IN-VE dengan fitur inquiry, eksperimen virtual, refleksi, dan evaluasi otomatis akan sangat sesuai dengan kebutuhan siswa.

Hasil wawancara guru mendukung temuan angket siswa. Guru menyatakan bahwa konsep membran dan transportasi zat memang menjadi salah satu materi yang paling sulit dipahami siswa, dan keterbatasan praktikum semakin memperburuk keadaan. Guru menegaskan bahwa media yang selama ini digunakan, seperti slide atau video daring, hanya bersifat presentatif dan belum mampu memberikan pengalaman inquiry kepada siswa. Hal ini sejalan dengan Munshi et al. (2022) yang menekankan pentingnya scaffolding adaptif dalam pembelajaran digital untuk membantu siswa mengembangkan regulasi diri. Oleh karena itu, guru sangat berharap adanya e-modul yang menyediakan simulasi eksperimen yang bisa dimanipulasi sesuai kebutuhan siswa.

Guru juga menekankan pentingnya fitur refleksi, glosarium istilah, dan kuis otomatis dengan pembahasan singkat. Dengan adanya refleksi, siswa dilatih untuk menilai sejauh mana pemahaman mereka setelah belajar. Glosarium akan membantu siswa memahami istilah-istilah biologis yang kompleks, sedangkan kuis otomatis memungkinkan mereka segera mengetahui kelemahan dalam belajar. Hal ini konsisten dengan penelitian Bernacki, Aguilar, dan Byrd (2023), yang menunjukkan bahwa pengetahuan metakognitif berkorelasi positif dengan prestasi ujian biologi, dan media digital dapat mendukung pengembangan kemampuan ini.

Selain itu, Ewell et al. (2023) menemukan bahwa banyak siswa biologi tidak menyadari efektivitas strategi belajar yang mereka gunakan. Temuan ini relevan dengan hasil penelitian ini, di mana metakognisi siswa masih tergolong sedang. E-modul berbasis IN-VE dengan pertanyaan pemicu (inquiry) dan fitur refleksi dapat membantu siswa lebih sadar dalam mengevaluasi strategi belajar mereka. Dengan demikian, pengembangan e-modul tidak hanya berfungsi sebagai penyaji materi, tetapi juga sebagai sarana untuk menumbuhkan kesadaran metakognitif siswa.

Dukungan terhadap pengembangan e-modul IN-VE juga diperkuat oleh penelitian terdahulu. Asmayani, Seprida, dan Rosmiati (2024) menegaskan pentingnya analisis kebutuhan sebelum mengembangkan e-modul, agar produk yang dihasilkan sesuai dengan karakteristik siswa. Selanjutnya, penelitian lanjutan (Asmayani, Seprida, & Rosmiati, 2025) membuktikan bahwa e-modul biologi yang dikembangkan secara inovatif dinilai valid, praktis, dan efektif. Kedua temuan ini semakin memperkuat bahwa hasil penelitian saat ini dapat menjadi dasar pengembangan e-modul IN-VE yang relevan, kontekstual, dan berorientasi pada kebutuhan peserta didik.

Secara keseluruhan, pembahasan ini menegaskan bahwa pengembangan e-modul IN-VE sangat penting untuk menjawab permasalahan pembelajaran Biologi Sel di SMA. Kesulitan siswa yang tinggi, rendahnya metakognisi dan kemandirian belajar, serta tingginya motivasi dan ekspektasi terhadap media digital, semuanya menunjukkan adanya kebutuhan nyata di lapangan. Dengan dukungan guru dan literatur yang ada, pengembangan e-modul IN-VE bukan hanya relevan secara praktis, tetapi juga memiliki landasan teoritis yang kuat. Modul ini diharapkan tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep Biologi Sel, tetapi juga mendorong siswa menjadi pembelajar mandiri dengan keterampilan metakognitif yang lebih baik.

D. Kesimpulan

Karakteristik peserta didik dalam memahami Biologi Sel ditandai dengan tingkat kesulitan belajar yang tinggi, terutama karena sifat materi yang abstrak dan keterbatasan praktikum laboratorium.

Meskipun demikian, siswa menunjukkan motivasi sangat tinggi terhadap penggunaan media digital. Namun, aspek metakognisi dan kemandirian belajar masih berada pada kategori sedang, sehingga memerlukan dukungan media yang mampu menstimulasi refleksi dan regulasi diri. Kebutuhan peserta didik dalam pembelajaran Biologi Sel berfokus pada media digital interaktif yang dilengkapi fitur inquiry, simulasi eksperimen virtual, refleksi diri, soal latihan otomatis dengan umpan balik, serta akses multi-device. Hasil wawancara guru mendukung temuan ini, dengan menegaskan bahwa e-modul berbasis IN-VE sangat relevan untuk mengatasi kesulitan siswa sekaligus mendorong mereka menjadi pembelajar yang lebih mandiri.

E. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diucapkan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRPTM) Kemenristek Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi (DIKTI) sebagai pemberi dana penelitian sehingga penelitian ini bisa terlaksana dengan sebaik-baiknya

Daftar Pustaka

- Asmayani, A., Seprida, R., & Rosmiati, E. (2024). Analisis Kebutuhan Pengembangan E-Modul Aplikatif Integratif Berbasis Pembelajaran Berdiferensiasi pada Materi Virus di Sekolah Menengah Atas. *JagoMIPA: Jurnal Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(4), 743–751. <https://doi.org/10.53299/jagomipa.v4i4.746>
- Asmayani, Seprida, R., & Rosmiati, E. (2025). Pengembangan E-Modul Biologi Aplikatif-Integratif Berbasis Pembelajaran Berdiferensiasi Untuk Materi Virus di SMA. *Jurnal Biogenerasi*, 10(2), 1227 - 1237. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v10i2.5733>
- Bernacki, M. L., Aguilar, S., & Byrd, L. (2023). Relations between undergraduates' self-regulated learning and performance in biology courses. *Metacognition and Learning*, 18(3), 679–701. <https://doi.org/10.1007/s11409-023-09356-9>
- Byukusenge, C, Nsanganwimana, F, Tarmo, A.P. (2022). Effectiveness of virtual laboratories in teaching and learning biology: A review of literature. *Journal of Biology Education Research*, 12(2), 45–56. <https://doi.org/10.26803/ijlter.21.6.1>
- Ewell, S. N., Driessen, E. P., Wiggins, B. L., & Derting, T. L. (2023). A comparison of study behaviors and metacognitive regulation in biology students. *CBE—Life Sciences Education*, 22(4), ar56. <https://doi.org/10.1187/cbe.22-11-0225>
- Hidayati, N., Pangestuti, A. A., & Prayitno, T. A. (2019). Edmodo mobile: Developing e-module biology cell for online learning community. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1), 94–108. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.v12n1.94-108>
- Mustopa, N. M., Mustofa, R. F., & Diella, D. (2020). The relationship between self-regulated learning and learning motivation with metacognitive skills in biology learning. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 6(3), 355–360. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v6i3.13327>

- Mustapha, M. A., Bello, G., & Alabi, H. I. (2024). Influence of metacognition, self-efficacy, and self-regulated learning on students' achievement in biology in Ibadan, Nigeria. *International Journal of Educational Research Review*, 9(1), 36–45. <https://doi.org/10.24331/ijere.1287080>
- Munshi, A., Biswas, G., Baker, R. S., Ocumpaugh, J., & Hutt, S. (2022). Analyzing adaptive scaffolds that help students develop self-regulated learning behaviors. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(4), 961–989. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00291-5>
- Sebesta, A. J., & Speth, E. B. (2017). How should I study for the exam? Self-regulated learning strategies and achievement in introductory biology. *CBE—Life Sciences Education*, 16(2), ar30. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-09-0289>
- Sitepu, D. R. (2024). Designing general biology practicum e-modules using Canva application. *Biolokus: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.30821/biolokus.v7i1.3849>
- Stanton, J. D. (2015). Differences in metacognitive regulation in introductory biology students: When practicing more is not enough. *CBE—Life Sciences Education*, 14(2), ar15. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-09-0150>
- Sui, C., Yen, M.-H., & Chang, C.-Y. (2023). Investigating effects of perceived technology-enhanced environment on self-regulated learning: Beyond p-values. *Journal of Computer Assisted Learning*, 39(5), 1284–1299. <https://doi.org/10.1111/jcal.12796>