

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### A. Deskripsi Teori

##### 1. Media Pembelajaran

###### a. Pengertian Media Pembelajaran

Proses pembelajaran guru akan menyampaikan beragam informasi dan pesan kepada peserta didik. Penyampaian pesan ini akan memerlukan suatu saluran (*channel*) agar dapat tersampaikan kepada peserta didik tanpa adanya hambatan atau gangguan. Saluran (*channel*) ini pada ruang lingkup pendidikan dapat disebut dengan media pembelajaran.

Media dapat diartikan sebagai pengantar pesan kepada penerimanya.<sup>1</sup> Definisi media menurut Muhammad Hasan, *et al* memaparkan bahwa media pembelajaran merupakan penghubung guru dan peserta didik melalui panca indera sehingga lebih termotivasi dalam pembelajaran.<sup>2</sup> Guru diupayakan mampu mengaplikasikan berbagai jenis media pembelajaran selaras kemajuan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK).<sup>3</sup> Media pembelajaran berbentuk publikasi, audio visual, termasuk teknologi dan perangkat kerasnya. Penggunaan media pembelajaran di dunia pendidikan mampu menjadikan perantara penyampaian informasi guna memudahkan proses pembelajaran.

Berdasarkan pemaparan diatas, media pembelajaran dalam penelitian ini adalah sarana penyampaian pesan dari guru ke peserta didik sehingga mampu mengasah penalaran, dan ketertarikan peserta didik. Media pembelajaran penting digunakan dalam agar menunjang peserta didik memperoleh konsep baru, keterampilan serta kompetensi guna tercapainya tujuan pembelajaran.

---

<sup>1</sup> ferli Septi Irwansyah Sari, Imerlda Helsy, Riri Aisyah, *Modul Media Pembelajaran, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung*, 2020.

<sup>2</sup> Muhammad Hasan *et al.*, *Media Pembelajaran, Tahta Media Group*, 2021.

<sup>3</sup> Talizaro Tafonao, "Peranan Media Pembelajaran dalam Meningkatkan Minat Belajar Mahasiswa," *Jurnal Komunikasi Pendidikan* 2, no. 2 (2018): 103, <https://doi.org/10.32585/jkp.v2i2.113>.

b. Karakteristik Media Pembelajaran

Karakteristik media pembelajaran pastinya bermacam-macam dilihat dari berbagai segi. Karakteristiknya dapat ditinjau melalui ketepatan membangkitkan rangsangan indera. Pada pemilihan media pembelajaran disesuaikan dengan karakteristik itu sendiri dan karakteristik peserta didik. Menurut Gerlach & Ely kemudian dikutip Ferli Septi Irwansyah *et al* karakteristik media pembelajaran antara lain<sup>4</sup>:

1) Fiksatif

Mengilustrasikan media pembelajaran mampu untuk mengabadikan, mengarsip, dan merekonstruksikan suatu objek berwujud video dan audio tape, fotografi dan film.

2) Manipulatif

Ciri manipulatif media pembelajaran mampu mentransformasikan suatu objek, yang awalnya membutuhkan waktu relatif lama dapat dipersingkat melalui teknik *time lapse recording*.

3) Distributif

Media pembelajaran memiliki ciri distributif yang menjadikan objek mampu di pindahkan melalui ruang dan dapat disajikan secara bersama kepada peserta didik. Jangkauan distribusi media pembelajaran ini tidak hanya dalam satu kelas saja, melainkan dapat antar kelas, sekolah bahkan umum. Selain itu, teknologi saat ini yang dapat dijangkau dengan mudah dapat dimanfaatkan guna mendistribusikan media pembelajaran secara *online* ke berbagai penjuru.

Berdasarkan paparan diatas, dapat disimpulkan karakteristik media pembelajaran pada penelitian ini ialah dapat diakses kapan dan dimanapun guru dan peserta didik berada, mampu menghemat waktu dan selaras dengan kemajuan teknologi sehingga mampu menunjang keterampilan peserta didik dalam pembelajaran.

c. Fungsi Media Pembelajaran

Kualitas pendidikan perlu ditingkatkan dari waktu ke waktu, agar pesan yang diterima peserta didik dapat

---

<sup>4</sup> Ferli Septi Irwansyah Sari, Imerlda Helsy, Riri Aisyah, *Modul Media Pembelajaran, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung*, 2020

optimal.<sup>5</sup> Peningkatan kualitas pendidikan ini dapat ditunjang dengan fasilitas media pembelajaran yang bervariasi agar peserta didik dapat dengan mudah menyerap dan mendalami pesan yang diberikan oleh guru.

Fungsi media pembelajaran pada ruang lingkup pendidikan antara lain : 1) Sebagai penyalur informasi dari guru kepada peserta didik,<sup>6</sup> 2) Meningkatkan motivasi dan rangsangan ketika belajar, 3) Mampu menjadikan pembelajaran lebih efektif dan aktif, dan 4) Membantu peserta didik dalam memahami pesan, menafsirkan data dan memadatkan informasi.<sup>7</sup> Selain itu, media pembelajaran juga berperan dalam menggantikan guru pada proses pembelajaran sehingga penyampaian informasi tidak lagi dengan pendekatan *teacher center*.<sup>8</sup>

Dengan demikian disimpulkan fungsi media pembelajaran yakni sarana menyampaikan pesan dari guru untuk peserta didik sehingga mampu memperoleh pesan yang konkrit, mudah memahami materi serta mampu menjadikan pembelajaran lebih efektif, bervariasi dan optimal.

## 2. Virtual Laboratorium

Berkembangnya teknologi dan ilmu pengetahuan menjadikan terciptanya media pembelajaran dengan inovasi baru. Kemajuan teknologi tidak terlepas untuk mencapai tujuan pendidikan dan meningkatkan keterampilan peserta didik, salah satunya teknologi diterapkan dalam pembelajaran Biologi.<sup>9</sup> Pada pembelajaran Biologi peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan sains yang dapat diasah melalui kegiatan praktikum. Akan tetapi, tidak semua sekolah dalam pembelajaran Biologi melaksanakan praktikum, sebab keterbatasan alat dan

---

<sup>5</sup> Rohani, "Media Pembelajaran," *Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara*, 2020, 8.

<sup>6</sup> Ani Daniyati *et al.*, "Konsep Dasar Media Pembelajaran," *Journal of Student Research* 1, no. 1 (2023): 282–94, <https://doi.org/10.55606/jsr.v1i1.993>.

<sup>7</sup> Musaddad Harahap dan Lina Mayasari Siregar, "Mengembangkan Sumber dan Media Pembelajaran," *Educational*, no. January (2018): 2–3.

<sup>8</sup> Hasan *et al.*, *Media Pembelajaran. Media Pembelajaran, Tahta Media Group*, 2021.

<sup>9</sup> Nur Hikmah, Nanda Saridewi, dan Salamah Agung, "Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa," *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 2, no. 2 (2017): 186, <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1608>.

bahan yang dibutuhkan, keterbatasan ruangan serta keterbatasan guru dalam melaksanakan praktikum. Dengan demikian, tanpa kegiatan praktikum peserta didik belum optimal dalam mengembangkan keterampilan sains yang dimiliki.

Upaya yang dilakukan guna sebagai alternatif keterbatasan praktikum di sekolah pada pembelajaran Biologi yaitu dengan melakukan inovasi media pembelajaran berbasis teknologi dengan melakukan praktikum secara maya melalui virtual laboratorium. Virtual laboratorium adalah media pembelajaran melalui kegiatan praktikum bertujuan untuk mengilustrasikan reaksi yang tidak dapat dilakukan pada kondisi nyata.<sup>10</sup> Selain itu virtual laboratorium juga dapat dikatakan sebagai alternatif pengalaman belajar dari laboratorium sebenarnya, yang mensimulasikan dan memvisualisasikan melalui teknologi digital sehingga dapat digunakan peserta didik untuk mengeksplorasi konsep dan teori.<sup>11</sup>

Dengan demikian, disimpulkan virtual laboratorium ialah media pembelajaran berbasis virtual (maya) dengan mensimulasikan kegiatan praktikum dengan replika laboratorium nyata dan dapat diakses melalui andorid ataupun komputer sehingga memungkinkan peserta didik dapat bereksperimen dan belajar lebih dinamis.

### 3. Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium)

Aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) merupakan media pembelajaran pada materi metabolisme sel yang disusun secara terpadu dengan memanfaatkan teknologi yang memuat simulasi kegiatan praktikum.<sup>12</sup>

Pada materi metabolisme sel, terdapat KD yang menyebutkan untuk dilaksanakan kegiatan praktikum pada sub bab enzim dan sub bab anabolisme. Kegiatan praktikum dalam materi metabolisme sel ini termasuk dalam praktikum yang membutuhkan banyak alat bahan serta waktu yang cukup lama guna membuktikan bahwa konsep yang dipelajari sesuai dengan

---

<sup>10</sup> Hikmah, Saridewi, dan Agung. "Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa," *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)* 2, no. 2 (2017): 186, <https://doi.org/10.30870/educhemia.v2i2.1608>.

<sup>11</sup> Wibawanto, *Laboratorium Virtual*. Semarang : LPPM UNNES.

<sup>12</sup> Novi Cahya Christanty, "Pengembangan Virtual Laboratory pada Pokok Bahasan Sistem Ekskresi untuk Meningkatkan Hasil Belajar Biologi" (2017).

keadaan nyata. Akan tetapi, sejumlah sekolah sarana prasarannya belum memadai untuk melakukan kegiatan praktikum. Dengan demikian, salah satu bentuk pengembangan media pembelajaran yang mampu menunjang kegiatan praktikum dapat dilakukan melalui kegiatan praktikum secara virtual (maya) atau dapat disebut dengan laboratorium virtual.

Pengembangan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM bertujuan sebagai inovasi media pembelajaran di abad 21 yang memanfaatkan kecanggihan teknologi sebagai alternatif keterbatasan laboratorium di sekolah. Aplikasi ini bertujuan untuk menambah minat dan motivasi belajar serta memberikan pengalaman kepada peserta didik guna melangsungkan kegiatan praktikum layaknya berada di laboratorium sebenarnya sehingga keterampilan praktikum peserta didik tetap berkembang dan meminimalisir verbalisme.<sup>13</sup> Perangkat lunak ini akan disajikan dalam bentuk animasi 2D, memuat audio, materi, petunjuk praktikum, kegiatan praktikum, *quiz* dan dapat diakses melalui *gadget*.

Kelebihan penggunaan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM adalah lebih efisien dalam waktu, dapat diakses di dalam maupun diluar kelas, bisa digunakan untuk pembelajaran *daring* maupun *luring*, lebih menghemat biaya perawatan alat dan bahan, serta dapat menjadikan peserta didik untuk saling berkolaborasi dan mampu meminimalisir kecelakaan kerja.

Adapun keterbatasan pada *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM adalah dibutuhkan ruang penyimpanan yang memadai untuk mengunduh aplikasi, *gadget* peserta didik harus tersambung internet untuk *mendownload* aplikasi, dapat terjadinya kendala *handphone* yang *nge-hang* dan macet-macet.

#### 4. Pendekatan STEM

Keterampilan abad 21 meliputi keterampilan berpikir kritis, kemampuan menyelesaikan problem, kreatif serta keterampilan literasi informasi, komunikasi dan teknologi merupakan keterampilan yang wajib dikuasai oleh peserta

---

<sup>13</sup> Arum Adita dan Teguh Julianto, "Penyusunan Virtual Laboratory sebagai Media Pembelajaran Biologi," *Jurnal PPKM II* 4 (2016): 69–73.

didik.<sup>14</sup> Keterampilan tersebut sebenarnya bukanlah hal yang baru, melainkan keterampilan yang menjadi bagian dari kehidupan manusia. Implementasi keterampilan ini perlu dimodifikasi dengan kurikulum yang digunakan sehingga peserta didik mampu menganalisis konsep nyata pada proses pengembangan keterampilan abad 21. Sebagai sarana guna merangsang keterampilan ini, guru dapat mengaplikasikan pendekatan STEM dalam pembelajaran. STEM meliputi *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* ialah pendekatan pendidikan yang penting bagi peserta didik guna mengasah keterampilan yang selaras dengan tujuan pembelajaran.<sup>15</sup>

Pendekatan STEM menuntut guru untuk mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, teknologi, teknik (rekayasa) dan matematika agar peserta didik mampu menemukan solusi berdasarkan masalah yang dihadapi yang berhubungan antara pembelajaran dengan kehidupan nyata.<sup>16</sup> Menurut Nida'ul Khairiyah pendekatan STEM adalah pendekatan pembelajaran interdisipliner mencakup *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* yang berfokus pada pemecahan masalah sehingga peserta didik dapat mengembangkan kompetensi dan keterampilan baik di pembelajaran maupun dunia nyata melalui pemanfaatan teknologi.<sup>17</sup>

STEM merupakan gabungan dari 4 disiplin ilmu yang saling berkaitan. Disiplin ilmu tersebut antara lain :

---

<sup>14</sup> S Zubaidah, "Keterampilan Abad Ke-21: Keterampilan yang Diajarkan Melalui Pembelajaran.," no. 2 (2020): 1–17.

<sup>15</sup> Arief Muttaqiin, "Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) pada Pembelajaran IPA untuk Melatih Keterampilan Abad 21," *Jurnal Pendidikan Mipa* 13, no. 1 (2023): 34–45, <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819>.

<sup>16</sup> Nur Candra Eka Setiawan et al., "Pengenalan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dan Pengembangan Rancangan Pembelajarannya untuk Merintis Pembelajaran Kimia dengan Sistem SKS di Kota Madiun," *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 5, no. 2 (2020): 56, <https://doi.org/10.36312/linov.v5i2.465>.

<sup>17</sup> Nida'ul Khairiyah, *Pendekatan Science, Technology, Engineering dan Mathematics (STEM)* (Medan: Guepedia Publisher, 2019).

- 1) *Science*, atau sains merupakan pengetahuan tentang alam dan melibatkan kemampuan penerapan fakta, konsep, prinsip dan menukan solusi.<sup>18</sup>
- 2) *Technology*, atau teknologi merupakan suatu skema yang dibentuk guna mempermudah pekerjaan manusia dan telah dimodifikasi sedemikian rupa agar bisa menunjang pembelajaran.
- 3) *Engineering*, keterampilan dalam mengaplikasikan teknologi dalam pembelajaran melalui proses rekayasa/desain sehingga mampu menghasilkan suatu proyek yang mampu menunjang tercapainya tujuan pembelajaran.
- 4) *Mathematics*, dikenal juga dengan matematika merupakan pengetahuan yang berkaitan dengan angka, jumlah dan ruang yang dapat diimplementasikan dalam pembelajaran melalui pemecahan masalah berdasarkan perhitungan data matematis.<sup>19</sup>

Berdasarkan pemaparan definisi pendekatan dan disiplin ilmu STEM disimpulkan bahwa pendekatan STEM merupakan pendekatan pembelajaran berkolaborasi melalui berbagai bidang ilmu dengan tujuan mengasah peserta didik guna meningkatkan keterampilan abad 21. Melalui pendekatan STEM, diharapkan mampu menemukan dan memecahkan masalah, menemukan solusi, mandiri, terampil teknologi dan mampu menghubungkan pendidikan STEM dengan kehidupan sehari-hari.

Pendekatan STEM dalam penelitian ini diimplementasikan melalui kegiatan praktikum diaplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium). Aplikasi ini merupakan media pembelajaran alternatif yang digunakan karena keterbatasan sarana dan prasarana laboratorium. Aspek disiplin ilmu dalam pendekatan STEM yang diterapkan pada aplikasi ini yakni *Science*, peserta didik dapat memperoleh materi sebelum melakukan simulasi praktikum agar mempermudah dalam menemukan konsep yang ada.

Penerapan aspek *Technology* yakni pada penggunaan aplikasi berbasis android dengan memanfaatkan fitur teknologi terbaru. Pada aspek *Engineering* peserta didik dituntut untuk

---

<sup>18</sup> Setiawan et al., "Pengenalan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) dan Pengembangan Rancangan Pembelajarannya untuk Merintis Pembelajaran Kimia dengan Sistem SKS Di Kota Madiun."

<sup>19</sup> Khairiyah, *Pendekatan Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)*. 2019.

dapat mengoperasikan alat/benda yang digunakan dalam praktikum meskipun secara maya melalui virtual laboratorium. Aspek *Mathematic* pada pendekatan STEM di aplikasi ini menjadikan peserta didik mampu memperoleh data berupa angka melalui praktikum enzim katalase dan uji ingenhousz. Selain itu, peserta didik juga mahir menafsirkan data, menyimpulkan dan menemukan solusi dari permasalahan yang ada.

## 5. Materi Metabolisme Sel

### a. Pengertian Metabolisme

Metabolisme ialah serangkaian reaksi yang terjadi pada sel makhluk hidup. Proses ini akan mengubah asupan makanan yang masuk ke tubuh dan diubah menjadi energi (ATP). Proses perombakan dalam metabolisme terdiri dari dua yaitu katabolisme yang menguraikan komponen kompleks menjadi sederhana, dan anabolisme yang menyusun komponen sederhana menjadi kompleks.<sup>20</sup>

### b. Enzim

Enzim merupakan protein khusus yang berfungsi sebagai katalisator, artinya enzim mampu mempercepat reaksi kimia melalui penurunan energi aktivasi. Struktur enzim terdiri dari gugus protein (apoenzim) yang tersusun dari molekul protein dan gugus non protein yang tersusun dari senyawa non protein.<sup>21</sup> Enzim dikontrol oleh pH, suhu, jumlah enzim, konsentrasi substrat, dan inhibitor.<sup>22</sup>

### c. Katabolisme

Katabolisme disebut juga dengan desimilasi merupakan perombakan atau pemecahan senyawa rumit menjadi sederhana dibantu oleh enzim. Pada proses katabolisme akan melepaskan energi atau ATP sehingga disebut dengan reaksi eksergonik. Contoh katabolisme yakni pemecahan karbohidrat.

Pada sistem metabolisme, karbohidrat merupakan hasil metabolisme tumbuhan melalui air ( $H_2O$ ) dan akan dipecah menjadi glukosa dan glikogen dalam tubuh

---

<sup>20</sup> Susi Nurul Fitri, *Modul Pembelajaran Biologi Metabolisme Biologi Kelas XII, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat SMA, Direktorat Jenderal Paud, Dikdas Dan Dikmen*, 2020.

<sup>21</sup> Aloysius G.M. Tielens and Jaap J. Van Hellemond, "Metabolism," *Fasciolosis II*, no. 1302006190 (2021): 256–77, <https://doi.org/10.1079/9781789246162.0008>.

<sup>22</sup> Sri Pujiyanto and Rejeki Siti Ferniah, *Menjelajah Dunia Biologi*, 2016.

manusia.<sup>23</sup> Karbohidrat diperoleh melalui tumbuhan yang berada di bumi, sebab hanya tumbuhan yang mampu untuk menciptakan makanannya sendiri dan makanan bagi makhluk lainnya. Dengan demikian, perlu kita ketahui bahwa Allah Swt telah mengatur segalanya termasuk tumbuhan yang menghasilkan karbohidrat sehingga mampu dipecah dalam tubuh manusia menjadi suatu energi. Hal ini dapat dilihat melalui firman Allah Swt pada QS. Al-An'am ayat 99:

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا مُخْرَجًا مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِنَ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّاتٍ مِنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ انظُرُوا إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ ۗ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ (الانعام/ ٩٩ : ٩٩)

Artinya : “Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghijau. Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman. (QS. Al-An'am ayat 99).<sup>24</sup>

Ayat diatas mendeskripsikan Allah Swt menciptakan tumbuhan guna memainkan peranan penting dalam

<sup>23</sup> Irma Yuniar Wardhani dan Zulham Qudsi Farizal Alam, *Biokimia Dasar Konsep Biokimia dalam Perspektif Sains dan Islam*. Sukabumi : CV. Haura Utama (2023).

<sup>24</sup> Qur'an Kemenag, “Al Qur'an, Surat Al-An'am Ayat 99,” 2023, <https://quran.kemenag.go.id/>.

menyediakan makanan untuk manusia dan hewan. Makanan diperoleh dari tumbuhan yang akan dipecah menjadi senyawa sederhana dan diubah menjadi energi melalui proses metabolisme. Proses katabolisme karbohidrat terdiri dari proses respirasi yang dikategorikan sebagai berikut.<sup>25</sup>

- 1) Respirasi Aerob, ialah reaksi yang memakai oksigen dalam menciptakan energi dan terjadi di mitokondria. Tahapan respirasi aerob:
    - a) Glikolisis, perubahan molekul glukosa menjadi asam piruvat. Hasilnya 2 molekul asam piruvat, 2 ATP, dan 2 NADH.
    - b) Dekarboksilasi Oksidatif, perubahan asam piruvat menjadi Asetil-KoA. Terjadi di matriks mitokondria dan hasilnya 2 asetil-KoA, serta 2 NADH.
    - c) Siklus Krebs, akan menghasilkan 6 NADH, 2 FADH<sub>2</sub>, dan 2 ATP.
    - d) Transpor elektron, peristiwa pemindahan elektron dan ion hidrogen yang terjadi di membran mitokondria.
  - 2) Respirasi Anaerob, ialah reaksi tanpa memerlukan oksigen dalam menciptakan energi. Reaksi anaerob disebut juga dengan fermentasi. Terdapat dua jenis yaitu fermentasi asam laktat dan fermentasi alkohol.<sup>26</sup>
- d. Anabolisme

Anabolisme disebut dengan asimilasi merupakan proses penyusunan molekul sederhana menjadi molekul kompleks. Proses anabolisme kebalikan dari proses katabolisme. Pada proses ini akan membutuhkan energi panas dan kimia. Proses yang memanfaatkan energi cahaya dapat disebut dengan fotosintesis dan memanfaatkan energi kimia dikenal kemosintesis.<sup>27</sup>

- 1) Fotosintesis, merupakan perubahan zat anorganik melalui klorofil menjadi zat organik. Terjadi pada kloroplas melalui dua tahap reaksi yakni reaksi terang dan gelap.

---

<sup>25</sup> Fitri, *Modul Pembelajaran Biologi Metabolisme Biologi Kelas XII. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat SMA, Direktorat Jenderal Paud, Dikdas dan Dikmen*, 2020

<sup>26</sup> Irma Yuniar Wardhani dan Qudsi Farizal Alam, *Biokimia Dasar Konsep Biokimia Dalam Perspektif Sains dan Islam*. 2023

<sup>27</sup> Shidiq Pramono Subardi, Nuryani, *Biologi untuk Kelas XII SMA/MA, Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2009.

Reaksi terang berlangsung jika terdapat cahaya matahari, dan terjadi pada grana dan menghasilkan oksigen. Reaksi gelap atau disebut dengan siklus calvin akan menghasilkan gula melalui tiga tahap yaitu fiksasi, reduksi dan regenerasi.<sup>28</sup> Tempat reaksi ini adalah di stroma dan akan menghasilkan cadangan makanan atau amilum.

- 2) Kemosintesis, merupakan proses penyusunan zat organik dengan memanfaatkan sumber energi hasil reaksi kimia. Proses kemosintesis dapat dijumpai bakteri sulfur dalam pembentukan sulfat dan pembentukan nitrat oleh bakteri nitrat dan nitrit.
- e. Katabolisme Lemak dan Protein

Lemak dan protein akan dirombak guna memperoleh energi. Energi hasil pemecahan lemak akan menyumbang sebesar 40% energi.<sup>29</sup> Untuk menghasilkan energi, asam lemak akan dioksidasi di mitokondria sedangkan gliserol diubah menjadi dihidroksi aseton fosfat. Oksidasi asam lemak terdiri dari dua tahap yaitu oksidasi asam lemak dengan hasil asetil-KoA dan oksidasi asetil-KoA menjadi karbondioksida melalui siklus kreb.

Katabolisme protein akan mengalami perombakan protein di sistem pencernaan dan akan menyumbang energi sebesar 10% dari total energi yang dibutuhkan tubuh. Protein akan diuraikan menjadi peptida yang lebih sederhana dan akan mengalami deaminasi yaitu pemutusan gugus amino.<sup>30</sup>

## 6. Indikator Validitas dan Praktikalitas Media

- a. Indikator validitas

Uji validitas merupakan uji yang diperlukan untuk mengukur produk penelitian sehingga didapatkan suatu produk sah atau valid. Pada penelitian pengembangan suatu produk, uji validitas terdiri validitas materi dan media dan di nilai oleh ahli media serta materi sebagai validator. Indikator validitas materi dan media dapat dilihat pada tabel 2.1 dan 2.2 berikut.

---

<sup>28</sup> B.O.K Putri and I. Isnawati, "Profil Miskonsepsi Buku Teks pada Konsep Enzim dan Metabolisme Sel Kelas XII SMA di Kabupaten Sidoarjo," *Berkala Ilmiah Pendidikan Biologi (BioEdu)* 7, no. 3 (2018): 468–77.

<sup>29</sup> Pujiyanto and Ferniah, *Menjelajah Dunia Biologi*. 2016

<sup>30</sup> Subardi, Nuryani, *Biologi untuk Kelas XII SMA/MA*.

**Tabel 2.1 Indikator Validitas Materi<sup>31</sup>**

No	Aspek	Indikator
1.	Materi ( <i>Content</i> )	a. Kebenaran isi materi b. Tidak terdapat miskonsepsi c. Materi terbaru d. Kecakupan dan kedalaman materi e. Referensi yang digunakan

**Tabel 2.2 Indikator Validitas Media<sup>32</sup>**

No	Aspek	Indikator
1.	Media	a. Penggunaan huruf b. Desain produk c. Kemenarikan tampilan d. Kemudahan penggunaan

b. Indikator praktikalitas

Uji praktikalitas merupakan uji yang diperlukan untuk mengetahui kepraktisan atau kelayakan produk oleh peserta didik. Produk penelitian harus melalui uji praktikalitas agar mengetahui sejauh mana manfaat, kemudahan, efisiensi waktu penggunaan serta manfaat media pembelajaran bagi peserta didik. Indikator uji praktikalitas disajikan pada tabel 2.3 berikut.

<sup>31</sup> Uwes Anis Chaeruman, "Instrumen Evaluasi Media Pembelajaran," *Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*, no. Desember (2015): 0–15, [https://www.researchgate.net/profile/Uwes-Chaeruman/publication/338208296\\_Instrumen\\_evaluasi\\_media\\_pembelajaran/links/5e06d9404585159aa49f8cd6/instrumen-evaluasi-media-pembelajaran.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Uwes-Chaeruman/publication/338208296_Instrumen_evaluasi_media_pembelajaran/links/5e06d9404585159aa49f8cd6/instrumen-evaluasi-media-pembelajaran.pdf).

<sup>32</sup> Uwes Anis Chaeruman, "Instrumen Evaluasi Media Pembelajaran," *Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi Pendidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*, no. Desember (2015):0–15, [https://www.researchgate.net/profile/Uwes-Chaeruman/publication/338208296\\_instrumen\\_evaluasi\\_media\\_pembelajaran/links/5e06d9404585159aa49f8cd6/instrumen-evaluasi-media-pembelajaran.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Uwes-Chaeruman/publication/338208296_instrumen_evaluasi_media_pembelajaran/links/5e06d9404585159aa49f8cd6/instrumen-evaluasi-media-pembelajaran.pdf).

**Tabel 2.3 Indikator Praktikalitas Produk<sup>33</sup>**

No	Aspek	Indikator
1.	Praktikalitas	a. Kemudahan penggunaan b. Efisiensi waktu c. Kemudahan dan kecepatan penguasaan materi d. Kemanfaatan e. Ketertarikan dan minat peserta didik

Berdasarkan beberapa kajian teori mengenai indikator validitas dan praktikalitas, maka dalam penelitian ini menggunakan beberapa indikator yang telah diadaptasi dari para ahli tersebut. Indikator uji validitas dan praktikalitas dalam disajikan pada tabel 2.4 berikut.

**Tabel 2.4 Indikator Uji Validitas dan Praktikalitas Penelitian**

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Sub Indikator
1.	Validitas Materi	Kebenaran Materi	Kejelasan Tujuan Belajar
			Kebenaran Substansi Materi
		Cakupan dan Pendalaman Materi	Kelengkapan materi
			Kedalaman materi
		Teknik Penyajian Materi	Teknik Penyajian
			Penyajian Pembelajaran
			Pendukung Penyajian
		Kesesuaian Materi dengan KD	Materi <i>Up To Date</i>
			Keakuratan Materi
		Bahasa Yang Digunakan	Mendorong Keingintahuan
Lugas			
		Komunikatif	

<sup>33</sup> Doni Tri Putra Yanto, "Praktikalitas Media Pembelajaran Interaktif pada Proses Pembelajaran Rangkaian Listrik," *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi* 19, no. 1 (2019): 75–82, <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.409>.

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Sub Indikator
			Efektif
2.	Validitas Media	Tampilan Aplikasi <i>PraMetaVirLab</i>	Ketepatan penggunaan warna
			Tampilan gambar, animasi dan kuis
		Penggunaan Huruf	Kejelasan penggunaan huruf
			Proporsi penggunaan huruf
		Kemenarikan Tampilan	Keseuaian gambar dengan materi
			Keseluruhan ilustrasi serasi
		Kemudahan Penggunaan	Kepraktisan aplikasi <i>PraMetaVirLab</i> sebagai media pembelajaran
			Kemudahan penggunaan
			Pendekatan STEM
3.	Praktikalitas	Ketertarikan dan minat	
		Penyajian produk	
		Materi	
		Bahasa	
		Kemanfaatan	

## B. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang signifikan dengan rancangan peneliti ini antara lain:

Penelitian pertama dilakukan oleh Arum Ardita dan Teguh Julianto “Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi”. Jenis penelitian R&D dengan model pengembangan ADDIE. Subyek penelitian peserta didik kelas VII SMP. Obyek penelitiannya adalah *virtual laboratory blood typing*. Instrumen penelitian menggunakan angket kualitas media menurut

ahli materi dan media serta angket kualitas media menurut guru dan peserta didik.<sup>34</sup>

Penelitian kedua adalah penelitian Dina Liana dan Nova Adi Kurniawan dengan judul “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Pelajaran Biologi Untuk Siswa SMA”. Tujuannya mengetahui tingkat kevalidan dan kepraktisan produk. Jenis penelitian yang digunakan R&D model Plomp. Subjek penelitian ini ialah peserta didik SMA di Kabupaten Indragiri Hilir Provinsi Riau.<sup>35</sup>

Penelitian ketiga oleh Rona Taula Sari *et al*, berjudul “Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa”. Jenis penelitian R&D model 4-D (Four-D), akan tetapi sampai tahap *develop* (pengembangan). Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan STEM, subjek penelitian mahasiswa PGSD Universitas Bung Hatta.<sup>36</sup>

Penelitian keempat dilakukan oleh Friska Damayanti Syahfitri *et al*, dengan judul “*The Development of Problem Based Virtual Laboratory Media to Improve Science Process Skills of Students in Biology*”. Penelitian R&D dengan model Borg & Gall pendekatan *problem-based*. Penelitian ini sampai pada uji eektivitas produk. Materi yang digunakan yakni materi Ekosistem, serta subjek penelitian ini peserta didik SMAN I Lubuk Pakam semester 2017/2018.<sup>37</sup>

Penelitian kelima dilakukan oleh Ipin Aripin dan Yeni Suryaningsih dengan judul “*Developing BTEM-Based Virtual Biology Laboratory to Improve Students' Critical Thinking Skills on the Concept of Bacteria*”. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian R&D sampai pada tahap uji kelayakan. Pendekatan yang

---

<sup>34</sup> Adita dan Julianto, “Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi.” *Jurnal Ppkm II*. 2016.

<sup>35</sup> Liana dan Kurniawan, “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik pada Mata Pelajaran Biologi untuk Siswa SMA.” *Jurnal Pedagogi Hayati Vol 2 No 2*. 2018.

<sup>36</sup> Rona Taula Sari, Siska Angreni, dan Feni Julia Salsa, “Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa,” *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia* 10, no. 2 (2022): 391–402, <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i2.23833>.

<sup>37</sup> Friska Damayanti Syahfitri, Binari Manurung, dan Mufti Sudiby, “The Development of Problem Based Virtual Laboratory Media to Improve Science Process Skills of Students in Biology,” *International Journal of Research & Review* 6, no. 6 (2019): 64–74, [www.ijrrjournal.com](http://www.ijrrjournal.com).

diterapkan adalah BTEM dengan produk virtual laboratorium. Materi yang digunakan adalah materi bakteri dengan subjek kelas X.<sup>38</sup> Relevansi penelitian terdahulu terhadap penelitian yang akan dilakukan dijabarkan pada tabel 2.5 berikut :

**Tabel 2.5 Relevansi Penelitian Terdahulu**

No	Peneliti dan Judul	Persamaan	Perbedaan
1.	Arum Ardita dan Teguh Julianto (2016). Berjudul “Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi”. <sup>39</sup>	a. Jenis penelitian R&D b. Pengukuran validitas dan praktikalitas c. Pengembangan Virtual Laboratorium.	a. Model pengembangan ADDIE b. Materi pembelajaran Sistem Kardiovaskular c. Lokasi, Subjek dan objek penelitian
2.	Dina Liana dan Nova Adi Kurniawan (2018). Berjudul “Pengembangan <i>Virtual Laboratory</i> Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Pelajaran Biologi	a. Jenis penelitian R&D b. Pengembangan sampai tingkat kevalidan dan kepraktisan. c. Pengembangan Virtual Laboratorium	a. Model pengembangan plomp b. Menggunakan pendekatan saintifik c. Materi pembelajaran Sistem pencernaan d. Subjek, objek dan lokasi penelitian

<sup>38</sup> Ipin Aripin and Yeni Suryaningsih, “Developing BTEM-Based Virtual Biology Laboratory to Improve Students’ Critical Thinking Skills on the Concept of Bacteria,” *Scientiae Educatia* 9, no. 2 (2020): 216, <https://doi.org/10.24235/sc.educatia.v9i2.7379>.

<sup>39</sup> Adita and Julianto, “Penyusunan Virtual Laboratory sebagai Media Pembelajaran Biologi.” *Jurnal PPKM II*. 2016

No	Peneliti dan Judul	Persamaan	Perbedaan
	Untuk Siswa SMA”. <sup>40</sup>		
3.	Rona Taula Sari <i>et al</i> (2022) berjudul “Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa”. <sup>41</sup>	a. Jenis penelitian menggunakan R&D b. Menggunakan pendekatan STEM c. Mengembangkan virtual laboratorium	a. Model pengembangan 4-D (Four-D) b. Materi pembelajaran IPA c. Subjek, Objek dan lokasi
4.	Friska Damayanti Syahfitri <i>et al</i> , (2019). Berjudul “ <i>The Development of Problem Based Virtual Laboratory Media to Improve Science Process Skills</i> ”	a. Jenis penelitian R&D b. Mengembangkan virtual laboratorium. c. Pengukuran aspek valid dan praktis	a. Model penelitian Borg & Gall b. Pendekatan yang digunakan PBL c. Materi pembelajaran Ekosistem d. Subjek, objek dan lokasi penelitian.

<sup>40</sup> Liana dan Kurniawan, “Pengembangan Virtual Laboratory Berbasis Pendekatan Saintifik pada Mata Pelajaran Biologi untuk Siswa SMA.” *Jurnal Pedagogi Hayati* Vol 2 No 2. 2018.

<sup>41</sup> Sari, Angreni, dan Salsa, “Pengembangan Virtual-Lab Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa.”

No .	Peneliti dan Judul	Persamaan	Perbedaan
	<i>of Students in Biology</i> ". <sup>42</sup>		
5.	Ipin Aripin dan Yeni Suryaningsih (2020). Berjudul " <i>Developing BTEM-Based Virtual Biology Laboratory to Improve Students' Critical Thinking Skills on the Concept of Bacteria</i> ". <sup>43</sup>	a. Jenis penelitian R&D b. Pengembangan sampai tahap uji valid dan praktis c. Mengembangkan virtual laboratorium.	a. Menggunakan pendekatan BTEM b. Materi pembelajaran bakteri c. Subjek, objek dan lokasi penelitian

Berdasarkan kajian penelitian yang telah dipaparkan tersebut, penggunaan virtual laboratorium dapat dikembangkan pada materi Bakteri, sistem kardiovaskular, sistem pencernaan, materi IPA, dan materi ekosistem serta dapat berdampak pada kemampuan berpikir kritis peserta didik, namun belum ada penelitian terkait virtual laboratorium pada materi metabolisme sel berbasis STEM.

### C. Kerangka Berfikir

Abad 21 menjadikan guru dan peserta didik perlu untuk menguasai berbagai keterampilan seperti keterampilan teknologi di era digital. Kemajuan teknologi ini menjadikan peserta didik dituntut untuk memiliki keterampilan sains sebagai bekal untuk di dunia nyata. Karakteristik kurikulum 2013 yaitu pembelajaran berfokus pada peserta didik untuk lebih mandiri dan mengeksplor informasi

<sup>42</sup> Damayanti Syahfitri, Manurung, and Sudiby, "*The Development of Problem Based VirtualLaboratory Media to Improve Science Process Skills of Students in Biology.*"

<sup>43</sup> Aripin and Suryaningsih, "*Developing BTEM-Based Virtual Biology Laboratory to Improve Students' Critical Thinking Skills on the Concept of Bacteria.*"

seluas-luasnya. Dengan demikian, perlunya komponen penunjang pembelajaran seperti sumber belajar, media, metode dan model untuk di inovasikan sesuai dengan perkembangan zaman.

Pembelajaran Biologi ialah pembelajaran yang mengharuskan peserta didik mempunyai sikap dan keterampilan sains terutama pada keterampilan praktikum. Kegiatan praktikum sangat diperlukan bagi peserta didik terutama dalam materi metabolisme sel yang tergolong materi rumit agar peserta didik mampu mengaitkan konsep yang telah dipelajari dengan keadaan yang sebenarnya. Akan tetapi, masih terdapat proses belajar mengajar yang belum sepenuhnya melakukan keterampilan sains terutama keterampilan praktikum yang dikarenakan keterbatasan sarana dan prasarana di sekolah.

Media pembelajaran virtual laboratorium diharapkan mampu menjadi solusi sebagai pendukung keterampilan praktikum peserta didik dan menjadikan pembelajaran lebih bervariasi. Pengembangan aplikasi *PraMetaVirLab* (Praktikum Metabolisme Virtual Laboratorium) berbasis STEM diharapkan mampu menjadi inovasi media pembelajaran yang mampu menunjang kegiatan praktikum tanpa dibatasi oleh ruang, waktu serta alat dan bahan. Skema kerangka berpikir penelitian ini disajikan pada gambar 2.1 berikut :

Gambar 2. 1 Kerangka Berpikir

